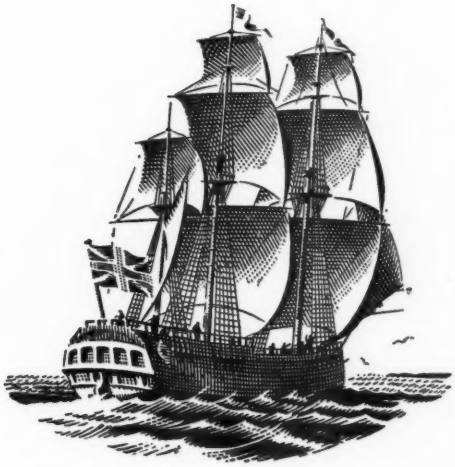
ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain



VOLUME XII · 1953

LISTE ALPHABÉTIQUE DES NOMS D'AUTEURS

ADAM, N. K. et STEVENSON, D. G. Action détersive. 25.
ALEXANDER, W. B. Illustration ornithologique. 144.
ANDRADE, E. N. DA C. Une collection Newton. 68.
ARTICLES DE TÊTE
Le vocabulaire scientifique. 3.
L'Archéologie, champ de coopération scientifique. 59.
Mécènes princiers de la science (avec une lettre d'encouragement de S.A.R. le duc d'Edimbourg). 115.
Un centenaire en stéréochimie. 171.
BARANYOVITS, F. L. C. Quelques aspects de la biologie des Cochenilles. 204.
BERLIOZ, J. Les Trochilidés ou Colibris. 187.
BUVAT, R. Les modifications des chondriosomes, leur interprétation et leur déterminisme. 33.
CHALLENGER, F. Rôle biologique des dérivés organiques du soufre. 173.
CHIPLONKAR, M. W. Les formes d'onde des atmosphériques. 192.
CORNFORTH, J. W. Les traceurs en biosynthèse. 61.
DALE, SIR HENRY. Une phase chimique de la transmission nerveuse. 117.
FRAZER, A. C. Pharmacologie des produits chimiques dans les denrées alimentaires. 43.
GEORGE, WILMA. Quelques réactions animales aux variations de température. 101.
GIBBS, F. W. George Wilson (1631–1711). 183.
HARRISON MATTHEWS, L. La Société Zoologique de Londres. 18.
JAMES, W. O. Les alcaloïdes dans les plantes. 76.
KATCHALSKY, A. Les polyélectrolytes. 90.
MCKIE, D. Guillaume-François Rouelle (1703–70). 130.
MADDOCK, A. G. L'effet Szilard-Chalmers. 95.
MATHER, K. La biométrie et la méthode inductive. 140.
MATTHEWS, L. HARRISON. *Voir* HARRISON MATTHEWS, L.
MOTT, B. W. Progrès en microscopie métallographique. 154.
PALMER, W. G. La stéréochimie, ses bases et son application aux composés inorganiques. 124.
PANETH, F. A. Micro-analyse des gaz inertes. 5.
REILLY, D. John William Mallet, 1832–1912. 48.
SAYCE, L. A. Fabrication des réseaux à diffraction. 212.
SINGER, C. Les premières découvertes du microscope. 199.
STACEY, M. Polysaccharides bactériens. 38.
STEVENSON, D. G. *Voir* ADAM, N. K. et STEVENSON, D. G.
VACHON, M. Quelques aspects de la biologie des scorpions. 80.
WADDINGTON, C. H. Evolution des adaptations. 134.

REVUE DES LIVRES

BALSTON, J. N. et TALBOT, B. E. A Guide to Filter Paper and Cellulose Powder Chromatography. 52.
BLOCK, R. J., LESTRANGE, R., et ZWEIG, G. Paper Chromatography; a Laboratory Manual. 52.
BONNER, J. T. Morphogenesis: An Essay on Development. 162.
BÖRNER, RUDOLF. Welcher Stein ist das? 108.
BROWN, A. W. A. Insect Control by Chemicals. 161.
COULSON, C. A. Valence. 107.
DICKENS, FRANK (publié par). Some Aspects of Enzyme Research. 219.
DUNN, J. F. Exposure Meters and Practical Exposure Control. 109.
EKMAN, SVEN. Zoogeography of the Sea. 166.
ELDERFIELD, ROBERT C. (publié par). Heterocyclic Compounds, Volumes III et IV. 52.
FINDLAY, ALEXANDER. General and Inorganic Chemistry. 163.
FINDLAY, W. P. K. Dry Rot and other Timber Troubles. 163.
FRIEND, J. NEWTON. Man and the Chemical Elements. 53.
GAMOW, GEORGE. The Creation of the Universe. 165.
GENERAL MEDICAL COUNCIL. The British Pharmacopoeia 1953. 221.
GOODWIN, T. W. The Comparative Biochemistry of the Carotenoids. 162.
GUÉRIN, H. Traité de Manipulation et d'Analyse des Gaz. 53.
HARKINS, WILLIAM D. The Physical Chemistry of Surface Films. 163.
HARTMAN, CARL G. Possums. 166.
HEISENBERG, WERNER. Philosophic Problems of Nuclear Science: huit conférences. 109.
HENDERSON, I. F. et HENDERSON, W. D. A Dictionary of Scientific Terms. 219.
HENRY, N. F. M. et LONSDALE, K. (publié sous la direction de). International Tables for X-ray Crystallography. Vol. I, Symmetry Groups. 107.
HOLMAN, R. T., LUNDBERG, W. O., et MALKIN, T. (publié sous la direction de). Progress in the Chemistry of Fats and Other Lipids. 164.
HURD, D. T. An Introduction to the Chemistry of the Hydrides. 220.
HUXLEY, J. S. Evolution in Action. 163.
KUBASCHEWSKI, O. et HOPKINS, B. E. Oxidation of Metals and Alloys. 165.
LEVY, HYMAN et SPALDING, HELEN. Literature for an Age of Science. 107.
LINSSEN, E. F. Stereo Photography in Practice. 109.
LLOYD, CHRISTOPHER. Captain Cook. 106.
LYTTLETON, R. A. The Comets and their Origin. 219.
MCKIE, DOUGLAS. Antoine Lavoisier: Scientist, Economist, Social Reformer. 220.
MASSEY, H. S. W. et BURHOP, E. H. S. Electronic and Ionic Impact Phenomena. 54.
MILNE, E. A. Sir James Jeans: A Biography. 106.
MOLDENKE, H. N. et MOLDENKE, A. L. Plants of the Bible. 107.
MØLLER, C. The Theory of Relativity. 54.
MURRAY, H. D. (publié par). Colour in Theory and Practice. 110.
NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. Annual Review of Nuclear Science, Vol. I. 54.
ORDISH, GEORGE. Untaken Harvest. 105.
PERUCCA, ELIGIO (publié sous la direction de). Dizionario d'Ingegneria. Vols. I et II. 108.
PHARMACEUTICAL PRESS, THE. Antibiotics: A Survey of their Properties and Uses. 106.
Idem. The Extra Pharmacopoeia (Martindale), Vol. I (23e édition). 221.
PORTMANN, ADOLF. Animal Forms and Patterns. 223.
REIMANN, ARNOLD L. Vacuum Technique. 165.
RICCI, JOHN E. Hydrogen Ion Concentration. 164.
ROCARD, Y. Thermodynamique. 223.
ROMANOVSKY, V., FRANCIS-BŒUF, C., et BOURCART, J. La Mer. 222.
ROTHSCHILD, MIRIAM et CLAY, THERESA. Fleas, Flukes, and Cuckoos, a Study of Bird Parasites. 223.
SARTON, GEORGE. A Guide to the History of Science: A First Guide for the Study of the History of Science with Introductory Essays on Science and Tradition. 221.
Idem. A History of Science: Ancient Science through the Golden Age of Greece. 221.
SCHILDKNECHT, CALVIN E. Vinyl and Related Polymers. 220.
SCOTT, J. F. The Scientific Work of René Descartes (1596–1650). 53.
SEXTON, W. A. Chemical Constitution and Biological Activity. 219.
SHAND, S. J. Rocks for Chemists. 108.
SHERWOOD TAYLOR, F. The Alchemists. 54.
SILLEN, L. G., LANGE, P. W., et GABRIELSON, C. O. Problems in Physical Chemistry. 53.
SMITH, A. M. Manures and Fertilizers. 162.
SRB, A. M. et OWEN, R. D. General Genetics. 219.
TAYLOR, J. Detonation in Condensed Explosives. 110.
TERROINE, E. F. La synthèse protéique. 162.
VARTANIAN, ARAM. Diderot and Descartes: a Study of Scientific Naturalism in the Enlightenment. 222.
VON BERTALANFFY, LUDWIG. Problems of Life: an Evaluation of Modern Biological Thought. 52.
VON FOERSTER, HEINZ (publié par). Cybernetics. 222.
VOUK, VALE. Grundriss zu einer Balneobiologie der Thermen. 106.
WELLCOME HISTORICAL MEDICAL MUSEUM. Catalogue of an Exhibition illustrating the Medicine of the Aboriginal Peoples in the British Commonwealth. 221.
WEYL, WOLDEMAR A. Coloured Glasses. 110.
WILSON, A. J. C. (rédacteur-en-chef). Structure Reports for 1949, Vol. XII. 164.
WITTCOFF, HAROLD. The Phosphatides. 53.

TABLE DES MATIÈRES

Les articles sont ici disposés par ordre numérique de sujets, d'après le système de Classification Décimale Universelle (British Standard 1000). Voir à la page IV le répertoire alphabétique.

061 SOCIÉTÉS

061.22(421) :59.006 — La Société Zoologique de Londres. HARRISON MATTHEWS, L. 18.

51 MATHÉMATIQUES

51/53(081) — Une collection Newton. ANDRADE, E. N. DA C. 68.

53 PHYSIQUE

532.696.2 :541.183 :648.1 — Action détersive. ADAM, N. K. et STEVENSON, D. G. 25.

535.14:539.17 :539.185.9 — L'effet Szilard-Chalmers. MADDOCK, A. G. 95.

535.421:681.4 — Fabrication des réseaux à diffraction. SAYCE, L. A. 212.

535.822:620.18 — Progrès en microscopie métallographique. MOTT, B. W. 154.

539.16/.17 :577.12 :581.132.1 :547.922.07 — Les traceurs en biosynthèse. CORNFORTH, J. W. 61.

539.17 :539.185.9 :535.14 — L'effet Szilard-Chalmers. MADDOCK, A. G. 95.

539.185.9 :535.14 :539.17 — *Idem.*

54 CHIMIE

54:92 — George Wilson (1631–1711). GIBBS, F. W. 183.

54:92 — Guillaume-François Rouelle (1703–70). MCKIE, D. 130.

54:92 — John William Mallet, 1832-1912. REILLY, D. 48.

54–92 :541.135.27 :541.182.5 — Les polyélectrolytes. KATCHALSKY, A. 90.

541.135.27 :541.182.5 :54–92 — *Idem.*

541.182.5 :54–92 :541.135.27 — *Idem.*

541.183:648.1 :532.696.2 — Action détersive. ADAM, N. K. et STEVENSON, D. G. 25.

541.63 — La stéréochimie, ses bases et son application aux composés inorganiques. PALMER, W. G. 124.

545.83:546.29 — Micro-analyse des gaz inertes. PANETH, F. A. 5.

546.29:545.83 — *Idem.*

547.425:577.11 — Rôle biologique des dérivés organiques du soufre. CHALLENGER, F. 173.

547.458 :576.851.2 :577.1 — Polysaccharides bactériens. STACEY, M. 38.

547.922.07 :539.16/.17 :577.12 :581.132.1 — Les traceurs en biosynthèse. CORNFORTH, J. W. 61.

547.94:581.192 — Les alcaloïdes dans les plantes. JAMES, W. O. 76.

547.95:591.181 — Une phase chimique de la transmission nerveuse. DALE, SIR HENRY. 117.

55 SCIENCES GÉOLOGIQUES ET GÉOPHYSIQUES

551.594.2 :621.396.821 :621.3.018.7 — Les formes d'onde des atmosphériques. CHIPLONKAR, M. W. 192.

57 BIOLOGIE

575.3 — Evolution des adaptations. WADDINGTON, C. H. 134.

576.311.347 :576.34 — Les modifications des chondriosomes, leur interprétation et leur déterminisme. BUVAT, R. 33.

576.34 :576.311.347 — *Idem.*

576.851.2:577.1 :547.458 — Polysaccharides bactériens. STACEY, M. 38.

577.1:547.458 :576.851.2 — *Idem.*

577.11:547.425 — Rôle biologique des dérivés organiques du soufre. CHALLENGER, F. 173.

577.12 :581.132.1 :547.922.07 :539.16/.17 — Les traceurs en biosynthèse. CORNFORTH, J. W. 61.

577.42 :591.543.1 — Quelques réactions animales aux variations de température. GEORGE, WILMA. 101.

578.087.1 — La biométrie et la méthode inductive. MATHER, K. 140.

578.682(091) — Les premières découvertes du microscope. SINGER, C. 199.

58 BOTANIQUE

581.132.1 :547.922.07 :539.16/.17 :577.12 — Les traceurs en biosynthèse. CORNFORTH, J. W. 61.

581.192:547.94 — Les alcaloïdes dans les plantes. JAMES, W. O. 76.

59 ZOOLOGIE

59.006 :061.22(421) — La Société Zoologique de Londres. HARRISON MATTHEWS, L. 18.

591.181:547.95 — Une phase chimique de la transmission nerveuse. DALE, SIR HENRY. 117.

591.5 :595.752.3 — Quelques aspects de la biologie des Cochenilles. BARANYOVITS, F. L. C. 204.

591.543.1 :577.42 — Quelques réactions animales aux variations de température. GEORGE, WILMA. 101.

595.46 — Quelques aspects de la biologie des scorpions. VACHON, M. 80.

595.752.3 :591.5 — Quelques aspects de la biologie des Cochenilles. BARANYOVITS, F. L. C. 204.

598.883 — Les Trochilidés ou Colibris. BERLIOZ, J. 187.

61 MÉDECINE

613.2–099 :644.8.035 :615.1.001.43 — Pharmacologie des produits chimiques dans les denrées alimentaires. FRAZER, A. C. 43.

615.1.001.43 :613.2–099 :664.8.035 — *Idem.*

62 ART DE L'INGÉNIEUR

620.18:535.822 — Progrès en microscopie métallographique. MOTT, B. W. 154.

621.3.018.7 :551.594.2 :621.396.821 — Les formes d'onde des atmosphériques. CHIPLONKAR, M. W. 192.

621.396.821 :621.3.018.7 :551.594.2 — *Idem.*

64 SCIENCE MENAGÈRE

648.1:532.696.2 :541.183 — Action détersive. ADAM, N. K. et STEVENSON, D. G. 25.

66 CHIMIE INDUSTRIELLE

664.8.035 :615.1.001.43 :613.2–099 Pharmacologie des produits chimiques dans les denrées alimentaires. FRAZER, A. C. 43.

68 INDUSTRIES MINEURES

681.4:535.421 Fabrication des réseaux à diffraction. SAYCE, L. A. 212.

75 BEAUX-ARTS

758.3 Illustration ornithologique. ALEXANDER, W. B. 144.

92 BIOGRAPHIE

92:54 George Wilson (1631–1711). GIBBS, F. W. 183.
92:54 Guillaume-François Rouelle (1703–70). McKIE, D. 130.
92:54 John William Mallet, 1832–1912. REILLY, D. 48.

RÉPERTOIRE ALPHABÉTIQUE

Adaptation
  Evolution 575.3
Adsorption 541.183
Age géologique
  Météorites 545.83
Agène
  Biochimie 577.11
Alcaloïdes 547.94
Analyse chimique 544/545
Angle de raccord 532.6
Argon 546.29
Astronomie 52
Atmosphère
  Electricité 551.59
  Hélium 546.29
Atmosphériques 621.396.821

Beaux-Arts 75
Biochimie 577.1
Biographie 92
Biologie 57
Biométrie 578.087.1
Biosynthèse 577.1
Blanchisserie 648
Botanique 58

Cellules
  Activité 576.34
  Structure 576.3
Chimie 54
Cholestérol 547.922
Chondriosomes 576.311.347
Coccidae 595.752.3
Cochenilles 595.752
Colibris 598.883
Colloïdes 541.18
Cyclose 576.34
Cytologie 576.3

Détersifs 648.1
Diffraction 535.42

Dosage
  Additifs à la nourriture 615.1.001.43

Eclairs 551.594
Ecologie animale
  Effets de température 591.543.1
Ecume
  Formation 532.69
Electricité atmosphérique 551.59
Electrolytes 541.135
Electrotechnique 621.3
Empoisonnement
  Additifs à la nourriture 613.2–099
Emulsifs 532.69
Entomologie 595.7
Evolution animale 575.3

Farine agénisée 664.8.035
Foudre 551.594

Gaz inertes 546.29
Géophysique 55

Hélium 546.29

Illustration ornithologique 758.3
Indicateurs radioactifs 539.16
Insectes 595.7
Isotopes radioactifs 539.16
Jardin zoologique
  Londres 59.006(421)

Krypton 546.29

Mallet, J. W. 54:92
Mathématiques 51

Mécano-chimie
  541.135.27:54–92:541.182.5
Médecine 61
Métaux
  Microscopie 620.18
Météorites
  Age géologique 545.83
Météorologie 551.5
Méthionine 547.425
Méthylation
  Biochimie 577.11
Micro-analyse 545.83
Microscopie 535.822
  Biologie 578.682

Néon 546.29
Nerfs
  Chimie 547.95
Neutrons 539.185.9
Newton
  Œuvres 51/53(081)
Nourriture
  Additifs 664

Oiseaux 598
  Illustrations 758.3
Optique 535
Ornithologie
  Illustrations 758.3

Parasites atmosphériques 621.396.821
Pharmacologie 615.1
Photons 535.14
Photosynthèse 581.132.1
Physique 53
Pneumocoques 576.851.2
Polyélectrolytes
  541.135.27:54–92:541.182.5
Polymères 54–92
Polysaccharides 547.458

Radiation
  Photons 535.14
Radiocommunications 621.396
Radon 546.29
Réactions nucléaires 539.17
Recul nucléaire 539.17
Régime alimentaire 613.2
Réseaux de diffraction 535.421
Rouelle, Guillaume-François 54:92

Scorpions 595.46
Sociétés 06
Soufre
  Composés organiques 547.425
Statistiques
  Biométrie 578.087.1
Stéréochimie 541.63
Stratosphère
  Hélium 546.29
Surfaces
  Tension 532.6
Système nerveux 591.18
Szilard-Chalmers
  Effet 539.17:539.185.9 :535.14

Température
  Adaptation des animaux 577.42:591.543.1
Tension superficielle 532.6
Traceurs radioactifs 539.16
Transméthylation
  Biochimie 577.11
Trochilidés 598.883

Wilson, George 54:92

Xénon 546.29

Zoologie 59

Imprimé en Grande-Bretagne par THE KYNOCH PRESS, *Witton, Birmingham, 6, pour les éditeurs,*
IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES LIMITED, *Londres, S.W.1*

ENDEAVOUR

Revue trimestrielle destinée à tenir registre du progrès
des sciences au service du genre humain

VOLUME XII Janvier 1953 NUMÉRO 45

SOMMAIRE

Article de Tête: Le vocabulaire scientifique 3

545.83:546.29
Micro-analyse des gaz inertes — F. A. PANETH — 5

59.006:061.22(421)
La Société Zoologique de Londres — L. HARRISON MATTHEWS — 18

532.696.2:541.183:648.1
Action détersive — N. K. ADAM et D. G. STEVENSON — 25

576.311.347:576.34
Les modifications des chondriosomes, leur interprétation et leur déterminisme — R. BUVAT — 33

547.458:576.851.2:577.1
Polysaccharides bactériens — M. STACEY — 38

664.8.035:615.1.001.43:613.2-099
Pharmacologie des produits chimiques dans les denrées alimentaires — A. C. FRAZER — 43

92:54
John William Mallet, 1832–1912 — DESMOND REILLY — 48

049.3
Revue des livres 52

Livres reçus 55

Notes biographiques sur les collaborateurs 56

Rédacteur en chef: E. J. HOLMYARD, M.A., M.Sc., D.Litt., F.R.I.C.
Rédacteur adjoint: TREVOR I. WILLIAMS, B.A., B.Sc., D.Phil.
Pour les éditions étrangères: J. A. WILCKEN, B.Sc., Ph.D.

Imperial Chemical Industries, Nobel House, Buckingham Gate, Londres, S.W.1
Prière d'adresser toute correspondance à la rédaction, 26 Dover Street, Londres, W.1

Le vocabulaire scientifique

Même quand l'authenticité d'une origine est douteuse, la recherche étymologique est toujours un passe-temps agréable, étant donné que c'est dans les associations d'idées que gît le charme de l'opération.

Les noms de beaucoup de substances minérales ou végétales nous mènent loin dans l'espace et dans le temps. Nous devons, dit-on, aux Grecs les mots «indigo» et «ébène»; cependant, les anciens Egyptiens appelaient les mêmes substances *n-tinkon* et *hebene*. La marcassite c'est l'assyrien *marhashi*, et *sipru*, la «pierre qui raye», dans la même langue, a donné «saphir»: dans l'échelle de Mohs le saphir vient après le diamant. «Benzine» nous vient de plus loin, car il est issu du mot arabe *luban-jawai*, «résine javanaise», le «benjoin» des occidentaux. De l'autre côté du globe nous trouvons la quinine, du péruvien *kina*, écorce, et au Mexique les mots «axolotl» (serviteur de l'eau) et «quetzal». «Naphte» réputé persan est en réalité plus ancien: c'est l'assyrien *naptu*, bitume. D'autre part c'est à la Perse que nous devons probablement «narcisse», car le grec *narkissos* provient vraisemblablement de l'ancien persan *nargess*, plutôt que de *narke*. Le Moyen Age occidental a emprunté à l'arabe une foule de mots: «zénith», «réalgar», «alcali», «bourrache» et «chiffre» sont des exemples. «Artichaut» est un mot qui a beaucoup voyagé: c'est l'*al-kharshuf* arabe, devenu *articiocco* en Italie et «artichaut» en France, qui en Angleterre s'est mué en «artichoke»; rentré en Arabie sous la forme *ardi shufi*, il se promène encore dans les dictionnaires sous ce déguisement.

Les noms d'éléments ont généralement une étymologie transparente, mais il faut se méfier de Samarium qui n'a rien à voir avec la capitale de l'ancien royaume d'Israël, mais provient du minerai appelé «samarskite» d'après un certain Colonel Samarski dont on ne sait rien d'autre. Celui-ci et le minéralogiste Gadolin sont les seuls qui aient eu l'honneur de donner leurs noms à des éléments.

Nous pourrions nous divertir longtemps à glaner dans le champ des étymologies authentiques ou fantaisistes, mais il y a des considérations plus sérieuses au sujet du vocabulaire scientifique. A mesure que les sciences se développaient le besoin d'un vocabulaire concis aussi bien que précis se faisait sentir: les chimistes du XVIIIe siècle furent les premiers à s'en apercevoir, et c'est Guyton de Morveau qui fut leur interprète: il faut, selon lui, trouver le moyen de désigner explicitement une substance sans avoir recours à une périphrase; le nom d'un composé doit en rappeler les composants; si l'on ne sait rien de la composition chimique d'une substance, il faut lui trouver un nom qui n'engage à rien; il est préférable que les mots nouveaux soient dérivés du latin et du grec pour qu'ils soient universellement compréhensibles, tout en étant appropriés au génie de la langue où ils doivent s'intégrer.

C'est là le langage du bon sens. Lavoisier le reprend dans l'avant-propos de la «Méthode de nomenclature chimique» (1787) rédigé par lui-même, de Morveau, Berthollet et Fourcroy. Toute science physique, selon lui, comporte trois parties: d'abord la série de faits constatés qui constitue cette science, puis les idées qui rappellent les faits et les mots qui expriment les idées. Il faut que le mot éveille l'idée et que l'idée représente le fait: ce sont trois impressions du même sceau. La nomenclature chimique idéale doit être le miroir fidèle des idées et des faits, sans en rien retrancher ni surtout rien y ajouter. Poursuivant, il constate que la langue chimique n'a pas évolué conformément à ces principes, ce qui au reste n'aurait pas été possible. D'autre part les alchimistes ont imaginé une sorte d'argot pseudo-scientifique destiné à envelopper la science de mystère au lieu de la rendre accessible.

La réforme de la nomenclature proposée par Lavoisier s'est imposée en définitive, mais d'autres problèmes ont surgi depuis, qui attendent une solution satisfaisante. Le caractère de plus en plus spécialisé des sciences accentue la nécessité de la brièveté, et il en résulte que la technologie des adeptes d'une science est de l'hébreu pour ceux des autres. Il y a sans doute avantage à ce que chaque domaine de la science possède un jargon spécialisé, car celui-ci permet entre initiés des échanges d'informations prompts et concis.

Toujours est-il qu'un tel état de choses est regrettable, non seulement parce que ce n'est guère l'objet de la nomenclature scientifique moderne de mettre la science sous le boisseau, mais il arrive que des idées susceptibles d'intéresser les savants en général ne se répandent pas faute d'avoir été exprimées dans une langue accessible. La spécialisation en effet a deux conséquences qui à première vue paraissent contradictoires: d'abord la tendance du spécialiste à

diriger tout son effort vers un objectif d'une étendue très limitée, se préoccupant peu de ce qui ne s'y rapporte pas immédiatement; il arrive fréquemment, d'autre part, que les découvertes effectuées dans un domaine de la science ont de notables répercussions dans d'autres domaines. Il devient donc impérieux, non d'enrayer la spécialisation, mais d'activer la diffusion de toute nouvelle acquisition dans tous les autres champs de la recherche scientifique. La langue spécialisée constitue ici un obstacle dont surtout les rédacteurs de revues peuvent constater l'importance. Il arrive fréquemment qu'un article émanant d'un spécialiste reconnu, et qui pour les collègues de celui-ci est d'une clarté cristalline, ne soit que du charabia pour d'autres savants tout aussi distingués chacun dans sa spécialité. Il n'est cependant pas inévitable qu'il en soit ainsi. Que ceux qui étudient une matière donnée gagnent un temps précieux à faire usage entre eux d'une langue hermétique, on n'en disconvient pas, mais il est tout aussi important qu'ils communiquent les résultats obtenus dans une langue intelligible aux savants des autres domaines. Il n'est pas nécessaire qu'ils décrivent leurs travaux par le menu; ils pourraient en rendre compte avec netteté et précision pour permettre à tous leurs confrères des autres spécialités d'en tirer parti, chacun selon les besoins de ses propres travaux. Après tout, les hommes de science, curieux comme les autres humains, aiment savoir ce qui se passe chez autrui.

Micro-analyse des gaz inertes

F. A. PANETH

Historique des premières méthodes d'analyse des gaz inertes et explication des erreurs commises. Brève description, accompagnée de croquis, de l'appareil de Durham destiné à l'analyse des gaz rares. L'auteur décrit ensuite diverses applications de la micro-analyse des gaz, notamment à la détermination de l'âge des météorites, en tenant compte du fait qu'une partie de l'hélium des fers météoriques est dû au rayonnement cosmique, et à l'étude des variations dans la composition de la haute atmosphère.

Le progrès scientifique dépend souvent du perfectionnement de méthodes de laboratoire: c'est un fait bien connu, dont l'histoire de la chimie donne maint exemple. Nous pouvons même dire que la chimie, au sens moderne du mot, est l'aboutissement direct des techniques de manipulation des gaz mises au point par Hales, Scheele, Priestley, Watt et Cavendish; pendant des siècles, on a fait fondre des solides et distillé des liquides, mais les lois fondamentales de la chimie ne se sont révélées qu'à la suite de l'étude des gaz, théoriquement plus simple, et pratiquement bien plus difficile. Pour certaines des lois fondamentales de la physique, il a suffi d'expériences assez primitives: pesée d'une couronne d'or immergée dans l'eau, observation de l'oscillation d'un pendule; mais, même dans des laboratoires de chimie passablement bien outillés, des chercheurs de grand talent ont tâtonné dans l'obscurité jusqu'à ce qu'on ait dominé les difficultés initiales de l'analyse des gaz. Il est tout aussi manifeste que des perfectionnements dans la manipulation des gaz marquent souvent le début d'une ère nouvelle; rappelons-nous seulement l'essor donné à la chimie organique par les méthodes nouvelles de combustion et d'absorption de Liebig, et à la chimie biologique par la technique micro-analytique de Pregl.

De même, la découverte et l'étude des gaz rares a joué un rôle essentiel dans l'établissement des lois fondamentales de la chimie théorique, en ce qui concerne la classification périodique et la théorie de la valence. Il a fallu un genre de micro-analyse pour découvrir ces gaz réputés rares; aujourd'hui, on peut en obtenir de grandes quantités, mais la micro-technique est toujours nécessaire. La possibilité de les manipuler en petite quantité permet de résoudre un certain nombre de problèmes importants. Nous décrirons ici les méthodes modernes pour manipuler et doser les gaz inertes en très petite quantité, et certains des résultats scientifiques atteints de cette façon.

I. LES PREMIÈRES ÉTUDES SUR LES GAZ INERTES

La partie purement chimique du célèbre travail de Ramsay sur les gaz inertes s'achève essentiellement avec la découverte et l'étude, entre 1895 et 1900, principalement en collaboration avec Travers, de l'hélium, du néon, du krypton et du xénon, après un travail de défrichage, en 1894, avec Lord Rayleigh, sur l'argon [1]. C'est pour ces recherches qu'il a fallu mettre au point des méthodes et des appareils entièrement nouveaux pour travailler avec des quantités relativement petites de gaz inertes. Quelques années plus tard, une science nouvelle, la radioactivité, devait utiliser ces techniques pour son plus grand bénéfice.

Rutherford et Soddy avaient établi la théorie de la désintégration des corps radioactifs. Rutherford avait étudié de façon approfondie la nature des rayons α, et Ramsay avait mis l'hélium en évidence dans les minerais radioactifs. Il semblait, dès lors, hautement probable que les rayons α étaient constitués par des atomes d'hélium chargés; la preuve expérimentale, la transformation en gaz hélium après perte de la charge ne semblait pas irréalisable: «A cette époque, ce n'était possible qu'en un seul endroit au monde: le laboratoire de Sir William Ramsay à Londres» [2]. C'est là que Ramsay et Soddy [3], en 1903, prouvent pour la première fois que les substances radioactives produisent de l'hélium; c'était d'une importance extrême pour la théorie de la désintégration, et ces expériences ont une place d'honneur dans l'histoire de la science.

Ramsay confirme également une autre prévision de la théorie de la radioactivité, lorsqu'il effectue une détermination approchée du poids atomique de l'émanation de radium, appelée

maintenant radon. Pour cela, Ramsay et Whytlaw-Gray [4], en 1910, doivent peser sur une micro-balance, seulement 0,1 millimètre-cube d'un gaz, dont la radioactivité intense a dû s'opposer de façon presque insurmontable à l'obtention d'un résultat précis. Les valeurs du poids atomique retenues finalement dans ce véritable tour de force, varient, suivant l'expérience, de 218 à 227. Elles ont confirmé le chiffre plus précis — 222,4 — alors généralement accepté et déduit de la détermination du poids atomique du radium par Madame Curie, de la théorie de la désintégration, et des belles expériences d'effusion de Debierne [5].

Moins heureuses furent les tentatives de Ramsay et de ses élèves pour prouver que les rayons émis par les corps radioactifs peuvent opérer une transmutation des éléments stables ordinaires. On doit admettre qu'il fit preuve, là comme ailleurs, de ce que Rutherford [6] a appelé plus tard «son instinct caractéristique pour choisir la meilleure ligne d'attaque»; mais là, précisément, la limite de la précision de ses expériences, et les défauts des méthodes d'analyse des gaz inertes dont on parlera plus loin, devinrent évidentes. Ramsay prétendit d'abord avoir transformé, sous l'effet du radon, l'oxygène en néon, le cuivre en lithium, et le thorium en carbone. Des chercheurs plus soigneux ont contredit ces affirmations, mais rien ne put amener Ramsay à les rétracter. Bien au contraire, quand, un peu plus tard, dans son laboratoire, Collie et Patterson crurent avoir prouvé que la décharge électrique peut produire de l'hélium et du néon, il vit là une confirmation indirecte de ses anciennes idées.

La publication de Collie et Patterson [7] inaugure une période assez malheureuse d'incertitude sur les transmutations d'éléments. Il ne faut pas oublier qu'à cette époque la théorie était de peu de secours pour décider si le bombardement cathodique pouvait ou non transmuter des quantités mesurables d'éléments ordinaires. Même dans le laboratoire de Rutherford, on poursuivait des expériences de ce type, dont il parle d'ailleurs, dans sa «Bakerian lecture» [8]. Peu après le mémoire de Collie et Patterson, J. J. Thomson publie des observations analogues: probablement des éléments non radioactifs «ont une tendance à expulser des atomes d'hélium», favorisée par les rayons cathodiques [9]. Il est donc bien évident que les affirmations de Collie et Patterson ne pouvaient être contrôlées qu'expérimentalement. Merton [10], Egerton [11], Strutt [12], et d'autres répètent leurs expériences dans de meilleures conditions, avec des résultats négatifs, mais Ramsay, Collie et leurs collaborateurs ne s'avouent pas vaincus. Riding et Baly [13] croient avoir découvert que l'azote est la source de l'hélium dans le tube à décharge.

L'étude des publications de cette période a plus qu'un intérêt historique. Les observations et les remarques utiles n'y manquent pas. Mentionnons tout particulièrement les contributions importantes et nombreuses apportées à la micro-analyse de l'hélium par Strutt (le quatrième Baron Rayleigh). Elles n'ont pas reçu à cette époque toute l'attention qu'elles méritaient, étant un peu rejetées dans l'ombre par le prestige du laboratoire de Ramsay. Celui-ci avait fait avec ses collaborateurs bien du travail fondamental sur les gaz inertes et, par suite, malheureusement, ils faisaient encore autorité, à une période où ils ne méritaient plus leur réputation. Cherchant, quelques années après, à perfectionner les méthodes analytiques des gaz inertes, nous avons trouvé bien des suggestions utiles dans les publications de Strutt, et pratiquement pas d'affirmations non-confirmables. La seule ombre au tableau était qu'il travaillait dans un laboratoire privé, et n'avait pas à sa disposition un équipement équivalent à celui de la plupart des laboratoires universitaires [14].

II. DÉVELOPPEMENT DES MÉTHODES DEPUIS 1925

En 1913, l'auteur a été initié aux méthodes d'analyse des gaz rares, telles que les pratiquait l'école de Ramsay, pendant un stage au laboratoire de chimie physique de l'Université de Glasgow, et il est profondément reconnaissant à Frédérick Soddy qui l'a dirigé personnellement. A la fin de son séjour, il fit quelques expériences pour vérifier les affirmations de Collie et Patterson, mais dut partir avant d'avoir obtenu des résultats décisifs; il devait continuer dans cette voie à l'Institut du Radium, à Vienne, qui était alors le laboratoire le mieux équipé pour les recherches de radioactivité, mais la guerre interrompit les préparatifs, et ce n'est qu'en 1925, au laboratoire de chimie de l'Université de Berlin, qu'il a pu réaliser ses projets initiaux. Rutherford avait déjà obtenu une transmutation artificielle des éléments par bombardement par les particules α, mais à une échelle si petite, que seules des méthodes physiques capables de déceler un seul atome, — telles que l'écran fluorescent, ou le compteur électrique, — pouvaient être utilisées. On devait pourtant espérer que les chimistes pourraient

participer à l'étude fascinante des transmutations, après avoir réalisé un accroissement considérable de la sensibilité de leurs méthodes. Mais il fallait d'abord tirer au clair les contradictions de la littérature sur la formation possible d'hélium sous l'effet des décharges électriques, décrite par Collie et ses collaborateurs, et par J. J. Thomson.

L'heure semblait venue pour s'attaquer de nouveau à la micro-analyse des gaz inertes, car, les années précédentes, l'introduction de nouveaux types de pompes avait considérablement amélioré la technique du vide élevé [15]. A partir de 1920, on possède la pompe rotative et la pompe à diffusion. Il n'est pas question de décrire ici en détail les pas en avant que ces réalisations techniques ont rendus possibles; mais il faut bien insister sur le fait que c'est elles, en grande partie, qui nous ont permis d'aller plus loin que nos prédécesseurs.

Il fallait d'abord déterminer parmi les vieilles expériences, celles qui étaient authentiques, ou alors trouver la cause d'erreur. Nous avons suivi les prescriptions de la plupart des chercheurs qui ont assuré avoir obtenu de l'hélium ou du néon sous l'effet de décharges électriques. En prenant les précautions nécessaires, on n'a mis en évidence ni l'un ni l'autre de ces deux gaz, et nous avons pu expliquer leur origine, dans les vieilles expériences. On avait déjà mis en cause les robinets [10], qui ne présentaient pas la sécurité voulue pour des expériences aussi délicates. Ce n'est pas le cas, et des robinets, rodés et graissés soigneusement, peuvent, quel que soit leur nombre, s'opposer efficacement à toute rentrée d'air. La source d'erreur principale tenait à la perméabilité du verre à l'hélium atmosphérique, et, à un degré moindre, au néon atmosphérique [16]. Ramsay avait trouvé de grandes quantités d'hélium, dans de vieux tubes à rayons X, en verre, ce que l'on avait cité à l'appui des affirmations de Collie, mais ceci ne tient qu'à la température élevée que le verre acquiert pendant le fonctionnement du tube [17]. En analysant le contenu d'une ampoule électrique après quelques jours d'utilisation, nous y avons trouvé une quantité d'hélium du même ordre; cet effet disparaît complètement si l'ampoule a brûlé sous l'eau. Par diffusion à travers le verre chaud, on obtient facilement des quantités décelables d'hélium. On peut le déceler en plus petite quantité, dans des expériences comme celles de Collie et Patterson, même si le verre reste froid, parce que celui-ci, lorsqu'il est exposé à l'atmosphère, se sature d'hélium, qui se dégage ensuite lorsqu'on fait le vide. Cependant, il en reste une petite fraction dissoute dans le verre, même chauffé, que l'on peut chasser par chauffage non dans le vide, mais en présence d'hydrogène. Ce dernier phénomène n'a été perceptible que lorsque nos méthodes pour déceler l'hélium ont atteint leur précision actuelle. Pendant quelques mois, nous avons cru réellement à la création d'hélium; mais bientôt, nous avons pu attribuer sa présence à cet effet de déplacement par l'hydrogène, inattendu, et encore incomplètement étudié. Ayant décelé cette source d'erreur, nous avons pu réaliser des expériences à blanc parfaites, et accroître considérablement la précision du dosage de l'hélium. Jusqu'alors, on avait pu déceler $5 \cdot 10^{-7}$ cm³ (TPN) [12]; en 1928, nous pouvions mettre en évidence de 10^{-9} à 10^{-10} cm³ [18].

Toutes les expériences anciennes — sauf le cas banal d'une rentrée d'air par une fuite de l'appareil — y compris celles de J. J. Thomson, peuvent s'expliquer ainsi; les phénomènes envisagés auparavant — occlusion de l'hélium dans les électrodes de métal [6] ou dans le miroir métallique produit par leur volatilisation — ne jouent qu'un rôle tout au plus très secondaire [19].

Depuis vingt-cinq ans, nous avons poursuivi l'amélioration des méthodes d'analyses nécessaire pour les mettre au niveau des problèmes qui se posaient. Sans parler des débuts, décrivons tout de suite, brièvement, l'appareil sous sa forme actuelle.

III. L'APPAREIL DE DURHAM

L'appareil à micro-analyse des gaz inertes, en service depuis trois ou quatre ans, avec des modifications de détail, au laboratoire Londonderry de radio-chimie, à Durham, doit servir à étudier des problèmes très différents: dosage de l'hélium produit par les rayons γ sur le béryllium, pour en déduire un étalon absolu de neutrons; détermination de la valeur en curies de 1 g de radium; détermination de l'âge géologique en dosant l'hélium et l'argon, sur des météorites en fer ou en pierre, des minéraux et des roches; analyse de l'air stratosphérique, etc. Bien des parties de l'appareil ne sont donc pas nécessaires pour chaque problème particulier, et les représenter toutes sur un schéma aurait été une source de confusion; nous avons donc fait des croquis des différentes sections, et nous indiquerons quelles sont les parties à utiliser dans chaque application spéciale. Le lecteur devra imaginer ces sections — toutes dessinées à l'échelle — réunies dans l'appareil tel qu'il est. Je dois exprimer ma reconnaissance à mon collaborateur, B. S. Wiborg, qui a dessiné ces croquis.

Quelques dispositifs particuliers, — le four au palladium pour brûler les dernières traces d'hydrogène, le four au baryum pour l'analyse de l'argon, du krypton et du xénon, la colonne pour la séparation de l'hélium et du néon, les jauges de Pirani pour doser ces gaz, et les récipients pour les solutions de thoron et de radon — ont été aménagés pendant les recherches, et ont fait leurs preuves, mais le simple fait de les employer n'est pas en lui-même un gage de succès. On ne peut arriver à la précision la plus élevée qu'en appliquant toute son attention à des douzaines de petits détails, comme le graissage correct des robinets, le dégazage complet du charbon, et des raccords en verre, la pureté du mercure, le contrôle de la température, etc. Il faudrait des pages pour expliquer tous ces détails, que d'ailleurs on apprend bien mieux sur place, en assistant à une expérience. Frédérick Soddy a appris les vieilles méthodes directement de Ramsay; l'auteur a eu la chance de les utiliser dans le laboratoire de Soddy, et de la même façon, un certain nombre de jeunes chercheurs, aux laboratoires de Berlin, Königsberg, Londres et Durham ont perpétué une tradition ininterrompue depuis 25 ans, avec de fréquentes améliorations essentielles. Un de nos collaborateurs à Königsberg a construit par la suite un appareil analogue au *Massachusetts Institute of Technology* [20]; de là, la méthode de mesure de l'âge géologique par dosage d'hélium a gagné les laboratoires de Washington [21] et Toronto [22]. Mais ce n'est qu'à Durham qu'on peut voir, à présent, la totalité des méthodes, et les derniers perfectionnements.

L'appareil de Durham complet, en double, tient dans une simple baraque (figure 1). La climatisation de l'air serait sans doute une amélioration très souhaitable; dans notre baraque, les températures élevées de l'été causent des ennuis avec les robinets graissés.

Hélium

Le dosage de très petites quantités d'hélium intervient dans la détermination de l'âge géologique, dans les expériences de transmutation naturelle et provoquée, et dans les analyses d'air stratosphérique.

Il faut, manifestement, dans le premier cas, libérer tout l'hélium qui s'est accumulé dans un solide. Pour une roche, ou un minéral, la méthode standard, due à Strutt, est le chauffage. Nous n'avons pas fait beaucoup d'études de ce genre [23], et nous n'avons pas beaucoup perfectionné cette méthode pour libérer l'hélium (ou le radon). On en a fait une étude très poussée au *Massachusetts Institute of Technology*; on trouvera la description d'un four très efficace utilisable avec l'appareillage de vide, dans des publications de Evans [24].

Chauffer n'est pas suffisant si l'hélium est occlus dans un métal. C'est pourquoi Strutt [25], traitant un fer météorique comme un autre minéral, fut amené à la conclusion erronée qu'il ne contenait pratiquement pas d'hélium. Or, cette imperméabilité à l'hélium fait justement que cette détermination de l'âge s'applique avec plus de sûreté aux fers météoriques. Comme leurs âges ont un intérêt particulier pour des raisons cosmologiques, nous avons concentré notre effort sur leur traitement. Pour libérer l'hélium, il faut dissoudre le fer, la dissolution par les acides libère de grandes quantités d'hydrogène (figure 4*h*), qu'il faut alors brûler avec de l'oxygène dans un récipient spécialement construit (figures 4*j* et 5) [26]. Pour éviter cette complication, nous préférons dissoudre le métal dans une solution oxydante de chlorure de cuivre [27]. Dans chaque cas, on se débarrasse des dernières traces d'hydrogène de préférence par combustion dans un excès d'oxygène sur catalyseur au palladium (figure 4*b*) [28].

C'est un problème expérimental très voisin qui se présente, s'il faut doser l'hélium produit par l'action des rayons γ sur le béryllium, en relation avec la production d'un étalon de neutrons (figure 4*e*) [26].

L'hélium retiré des météorites doit être exempt de néon, et après confirmation spectroscopique de la pureté, on peut mesurer directement son volume dans une jauge de Pirani (figure 4*c*) [29]. Dans l'observation spectroscopique, cependant, on risque toujours de perdre de petites quantités d'hélium sous l'effet de la décharge électrique. Lorsqu'il s'agit de très petites quantités d'hélium, ou qu'on désire la plus haute précision possible, nous évitons l'observation spectroscopique, en faisant passer l'hélium à travers une colonne à fractionnement, où se trouvent des tubes de charbon refroidis à l'azote liquide (figures 2 et 4*c*). Nous savons exactement dans quelle fraction doit se trouver l'hélium, et nous pouvons la transférer dans la jauge de Pirani en toute confiance, car elle ne contient pas d'autre gaz. Mais cette colonne est d'une construction, et d'une manipulation plus délicate que le reste de l'appareil, et elle n'est pas nécessaire pour mesurer des quantités d'hélium supérieures à 10^{-6} cm^3. Aussi donnons-nous un croquis de l'appareil à dosage de l'hélium qui utilise l'essai spectroscopique

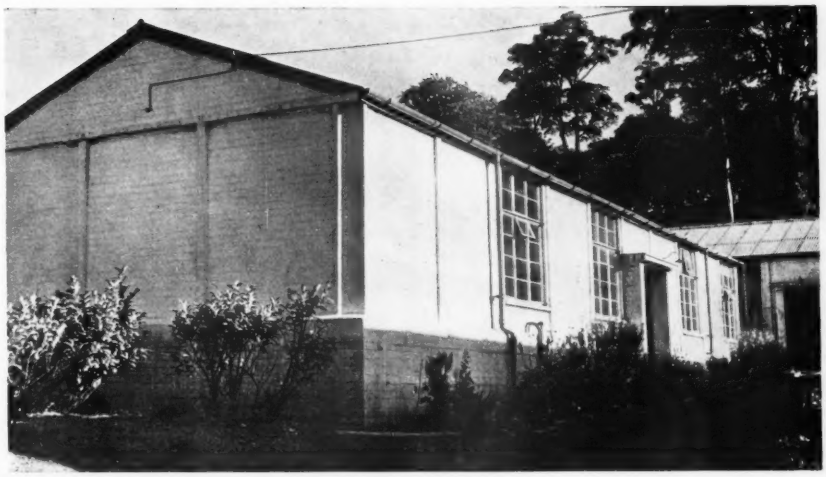


FIGURE 1 – *La baraque qui abrite l'appareil de Durham.*

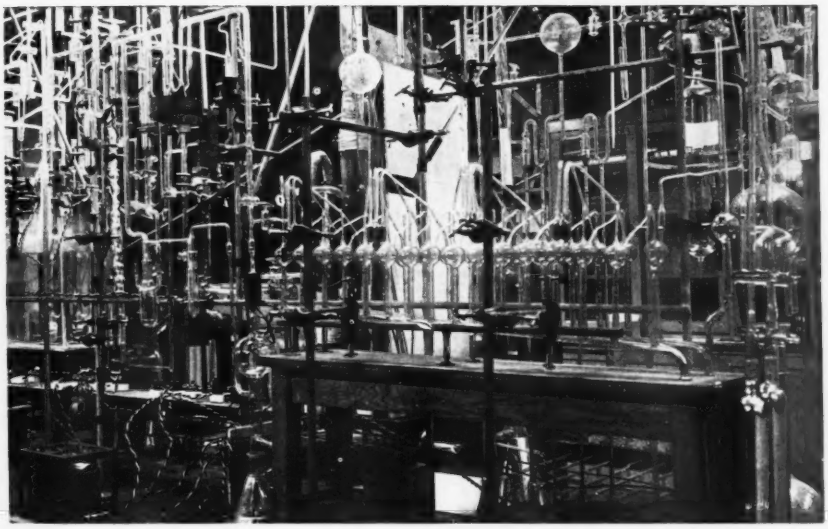


FIGURE 2 – *Partie de l'appareil de Durham. Au premier plan, colonne à fractionnement pour l'analyse de l'hélium et du néon.*

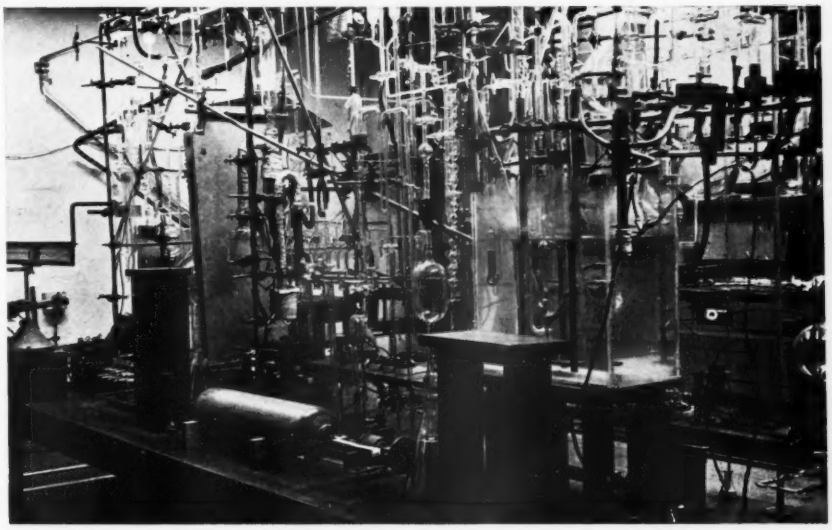


FIGURE 3 – *Partie de l'appareil de Durham. Sur la paillasse, une bouteille d'acier contenant de l'air stratosphérique; au premier plan, le four au baryum pour le dosage de l'argon.*

(figure 5). A gauche de cette figure, on voit les deux méthodes de dissolution: dans l'acide ou dans la solution de chlorure de cuivre.

S'il faut doser l'hélium atmosphérique, la séparation du néon par une colonne à fractionner est naturellement nécessaire. Celle dont nous venons de parler a été conçue et réalisée spécialement dans ce but par Glückauf [30]. Nous l'utilisons constamment, très légèrement modifiée (figure 4*c*) [31], dans nos dosages d'hélium et de néon. Quant au mesureur final, la jauge de Pirani, nous en avons construit des formes très différentes [29]; on en voit sur la figure 6 le dernier modèle, le plus satisfaisant.

Néon

Le dosage se fait comme celui de l'hélium. Naturellement, la jauge de Pirani doit être calibrée d'une façon spéciale. Elle est quelque peu moins sensible pour le néon, que pour l'hélium [32], mais encore très satisfaisante. On peut mesurer des quantités de l'ordre de 10^{-6} cm^3 de chaque gaz, avec une erreur relative d'environ 1/100.

Argon

L'argon, comme les deux autres gaz inertes plus lourds, est complètement adsorbé sur charbon à la température de l'azote liquide, ce qui en rend la manipulation en bien des points plus facile que celle de l'hélium et du néon. Tout le groupe des gaz inertes peut être séparé des gaz chimiquement actifs dans des fours au calcium ou au baryum (figures 3 et 4*f*) [33, 34]. Si l'hélium et le néon sont présents, on peut les extraire par pompage, tandis que les trois membres du groupe les plus lourds sont adsorbés. La séparation de l'argon, du krypton et du xénon s'effectue dans un appareil un peu analogue à la colonne à fractionnement mentionnée ci-dessus, mais avec un bain de refroidissement à température plus élevée [33]. Pour séparer l'argon du krypton et du xénon, il faut maintenir le charbon à environ − 78°. Au cours d'un fractionnement complet, on n'extrait qu'environ 95% de l'argon; les 5% restant, mélangés au krypton et au xénon, doivent retourner à l'appareil pour subir un nouveau fractionnement. On peut ainsi extraire 99,95% de l'argon, avec 1% du krypton.

Krypton et Xénon

On a déjà décrit comment on sépare ces deux gaz de l'argon; on peut séparer le krypton du xénon en maintenant le charbon à environ − 20°. Là encore, au premier tour, on n'obtient que 95% du krypton à l'état pur, et il faut répéter l'opération pour arriver à une séparation pratiquement complète [33].

Pour les problèmes qui nous intéressaient, les quantités d'argon, de krypton et de xénon obtenues étaient suffisantes pour être mesurables, après séparation, avec une jauge de McLeod.

Radon et Thoron

On peut doser ces deux isotopes de l'élément 86 en quantité bien plus faible que les gaz inertes, par suite de leur radioactivité. N'oublions pas, naturellement, que certains des isotopes actifs des autres membres du groupe des gaz inertes offrent le même avantage; par exemple, les isotopes actifs du krypton et du xénon qui se forment dans la fission de l'uranium. La méthode à recommander dépend des quantités en présence; nous nous sommes intéressés aux méthodes les plus sensibles, car il nous fallait doser l'uranium et le thorium dans le fer météorique, en rapport avec la détermination de son âge géologique; une des meilleures méthodes consiste alors à déterminer les quantités en équilibre de radon et de thoron. Le fer météorique contient moins d'uranium et de thorium qu'aucune roche ou aucun minéral terrestre, et les méthodes habituelles de dosage du radon et du thoron n'étaient pas applicables. D'habitude, nous préparons une solution d'un corps intermédiaire (radium, dans la série de l'uranium, et thorium X dans la série du thorium) et nous transférons le radon et le thoron qui s'y forment dans une chambre d'ionisation convenable. A cause de la période très courte du thoron, il faut faire cela dans un courant gazeux continu (voir figure 7, partie supérieure), tandis qu'on laisse le radon s'accumuler presque jusqu'à sa valeur d'équilibre. On le transfère alors quantitativement dans la chambre d'ionisation (figure 7, partie inférieure) [27]. Les désintégrations dans la chambre sont mesurées à l'aide d'un amplificateur linéaire.

Ces méthodes ont permis de mettre en évidence des quantités de 10^{-8} g d'uranium ou de thorium par gramme de météorite, mais les limites d'erreur restaient considérables, car certains effets de fond du compteur étaient inévitables. Nous avons ensuite abandonné ces méthodes pour leur préférer le dosage par fluorescence de l'uranium, et le dosage du thorium C par un compteur à scintillations. Cependant les méthodes décrites ci-dessus seront toujours très utiles, par exemple, pour doser l'uranium et le thorium dans des minéraux terrestres.

IV. RECHERCHES RÉCENTES METTANT EN JEU DES MICRO-QUANTITÉS DE GAZ INERTES

Ces dernières années, on a appliqué les méthodes ci-dessus avec succès à un certain nombre de problèmes.

Nous avons d'abord essayé de prouver la réalité des transmutations artificielles par des méthodes chimiques. Le but premier, prouver spectroscopiquement la production d'hydrogène à partir de l'azote par bombardement α, n'a pu être atteint [35]; cependant, la formation de très faibles quantités d'hydrogène en présence d'un gros excès d'hélium, est une circonstance favorable, qui doit faciliter la détection spectroscopique. La sensibilité de la détection de l'hydrogène dans l'hélium n'est pas aussi grande que l'affirment Collie et Ramsay [36]; ils ont probablement été trompés par les quantités bien plus grandes d'hydrogène qui peuvent s'échapper du verre de leur appareil.

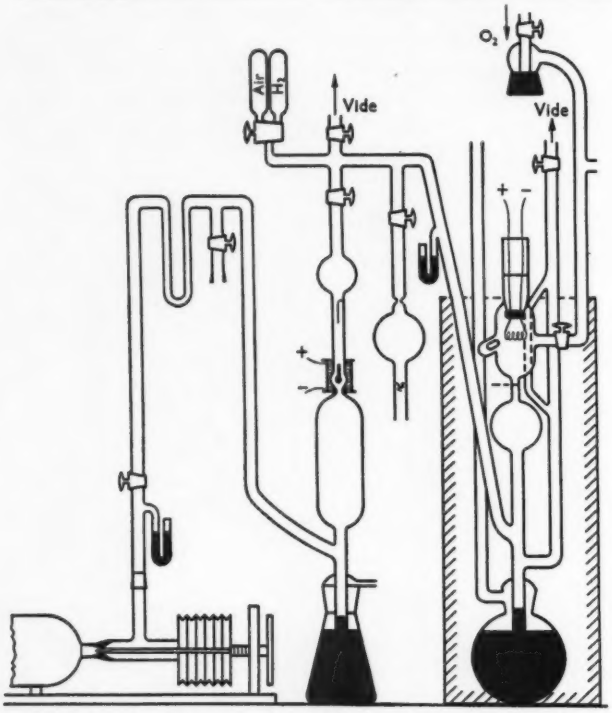
Il a fallu trouver d'autres méthodes de transmutation pour créer des quantités juste assez importantes pour la manipulation chimique. Nous avons pensé qu'il était possible de produire suffisamment d'hélium par bombardement du bore par neutrons issus d'une source radium-béryllium assez puissante, et l'essai a réussi; ainsi, pour la première fois, nous avons pu isoler à l'état pur un élément produit artificiellement, à l'identifier spectroscopiquement, et à mesurer la quantité obtenue [28]. On a effectué peu après une expérience similaire avec le béryllium [26]. Là, la méthode physique ne pouvait décider si le produit de la désintégration aux rayons γ était un isotope du béryllium de masse 8, ou deux atomes d'hélium; nos dosages d'hélium ont permis de décider en faveur de la deuxième hypothèse.

La précision avec laquelle on peut recueillir et doser l'hélium dans cette expérience permet d'espérer qu'on pourra l'utiliser à la réalisation d'un étalon absolu de neutrons [37]. On travaille dans cette direction.

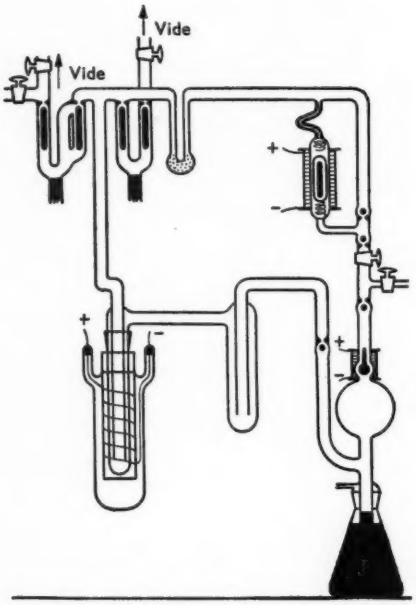
Depuis la construction des piles à l'uranium, on a transmuté de bien plus grandes quantités de matière et produit des quantités pesables de nombreux nuclides; mais dans bien des cas, les traces d'éléments nouvellement formés ou d'isotopes sont encore si faibles qu'il faut utiliser des micro-méthodes. Pour des raisons particulières, il semblait important d'avoir des renseignements sur les isotopes radioactifs du xénon et du krypton provenant de la fission de l'uranium. L'application de nos méthodes a permis de recueillir chacun de ces gaz séparément en quantités de l'ordre de 10^{-3} cm^3, destinées à un examen complet par le spectrographe de masse [33, 38].

Un autre problème, auquel les micro-méthodes peuvent donner une solution, est celui de la mesure précise du nombre de particules α émises par seconde par un gramme de radium. On a déterminé plusieurs fois cette constante, par des méthodes différentes, mais les résultats sont discordants. Jusqu'à une date récente, le chiffre de $3{,}7 \cdot 10^{10}$ était considéré comme assez bien établi, mais en 1946, on a obtenu $3{,}6 \cdot 10^{10}$ [39] par une méthode qui utilisait des compteurs plus modernes, mais dont la supériorité sur d'autres points n'était pas évidente. Il est d'autant plus important de décider entre ces deux valeurs qu'on a donné récemment une nouvelle définition du curie [40]; c'était initialement la quantité de radon en équilibre avec 1 gramme de radium, mais il est maintenant défini comme le poids d'un nuclide radioactif où le nombre des désintégrations est $3{,}700 \cdot 10^{10}$ par seconde. Les deux étalons internationaux de radioactivité, à Paris et à Vienne, comme la plupart des étalons nationaux dans les divers pays sont fondés sur le poids d'une certaine quantité de radium. On est donc dans cette situation pénible que la valeur exacte de ces étalons ne peut pas être exprimée dans l'unité fondamentale de la radioactivité, le curie, avant qu'on ne connaisse avec certitude le nombre de particules α émises par 1 g de radium. Alors qu'initialement, on considérait comme un succès d'obtenir une concordance approximative entre le volume d'hélium recueilli, et le nombre de particules α comptées, il semble maintenant possible d'utiliser la mesure de petites quantités d'hélium pour décider entre deux décomptes de particules α [41].

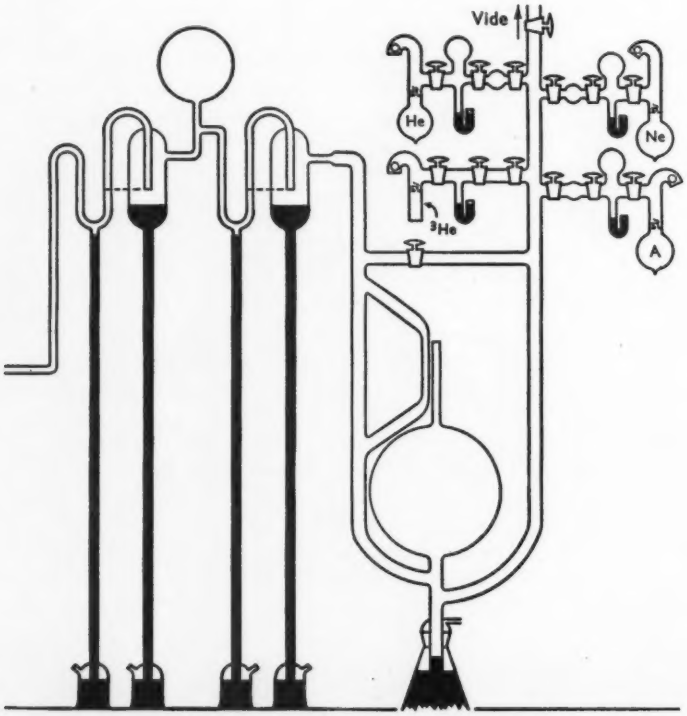
Dès que la méthode de micro-détermination des particules α nous a paru satisfaisante, nous avons essayé de l'employer à la détermination de l'âge de fers météoriques [42]. On connaissait à cette époque deux méthodes de mesure de l'âge par radioactivité: la méthode au plomb et la méthode à l'hélium. Celle-ci était due principalement aux efforts de Strutt, mais il n'a jamais pu tourner la difficulté que soulève la possibilité qu'une fraction de l'hélium se soit échappée des minéraux contenant du thorium ou du radium pendant les périodes géologiques. Comme on l'a déjà dit, le fer météorique constitue un matériel bien plus sûr, car on peut prouver qu'il retient l'hélium bien plus énergiquement que n'importe quel minéral ou roche, et que même une forte chaleur ne peut le libérer.



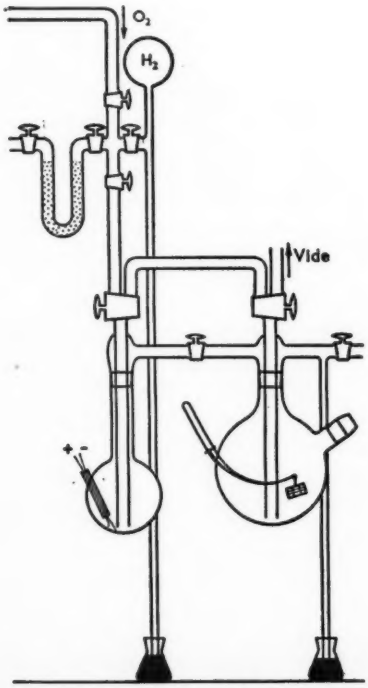
(a) *Mécanisme d'ouverture, ampoule de stockage, pipette à air.*



(b) *Four au palladium et système de circulation.*

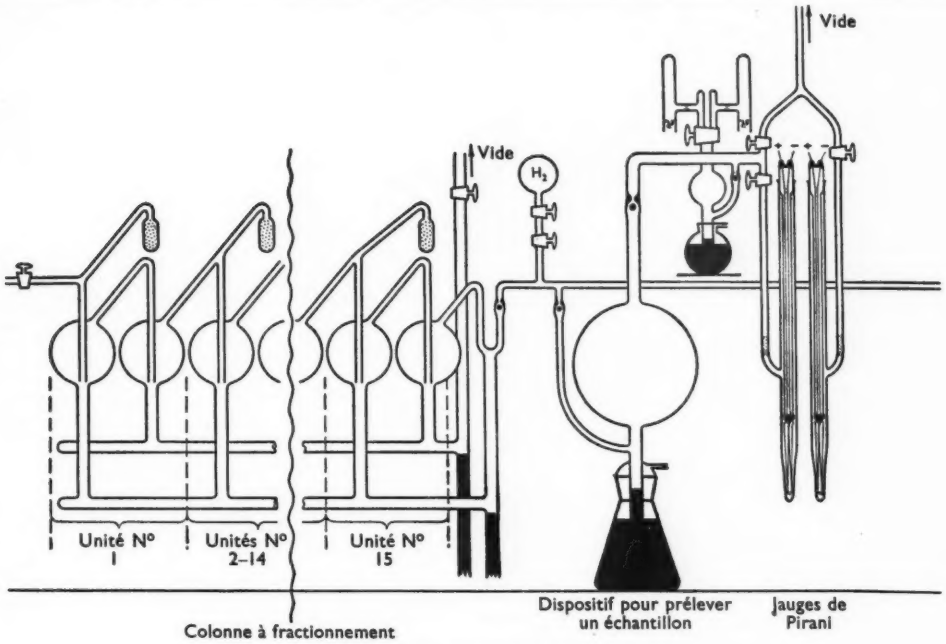


(d) *Jauge de McLeod pour calibrage, et système à expansion.*

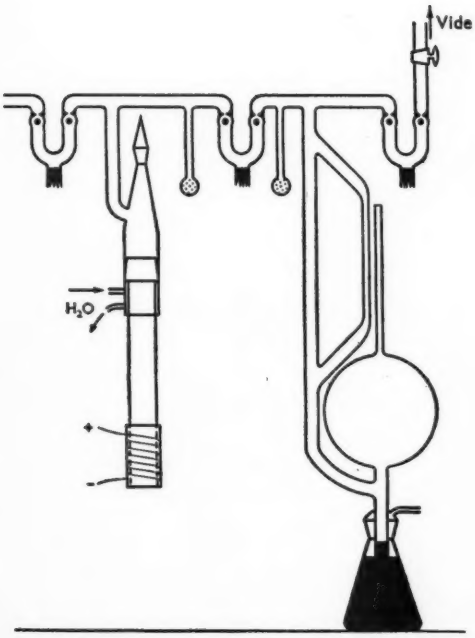


(e) *Récipient pour dissoudre les métaux et réservoir à hydrogène.*

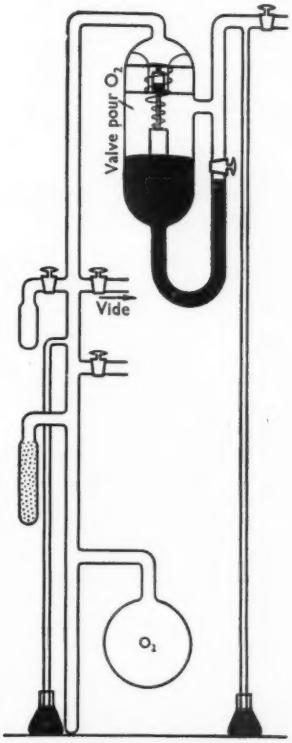
FIGURE 4 – *L'appareil de Durham, représenté par sections.*



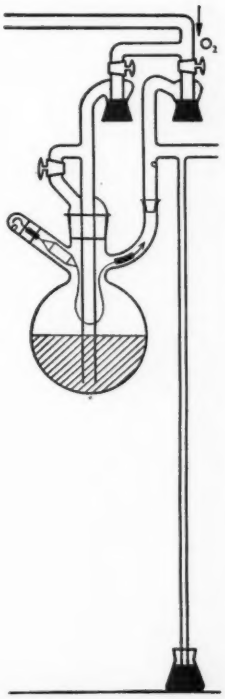
(c) *Colonne à fractionnement et jauge de Pirani.*



(f) *Four au baryum et jauge de McLeod.*

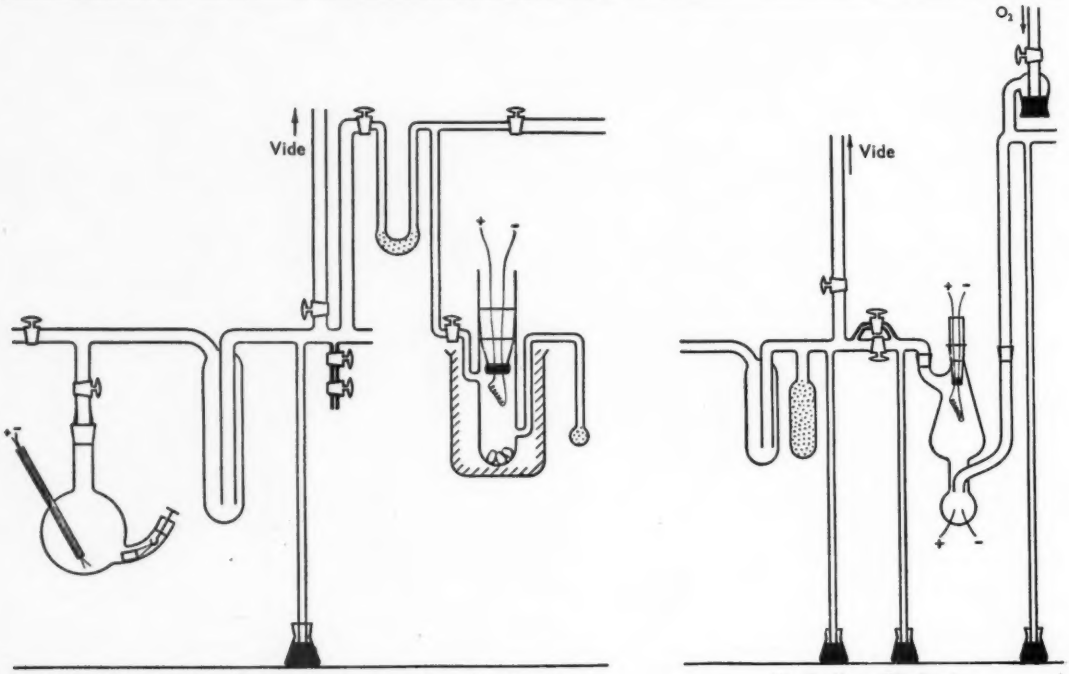


(g) *Réservoir à oxygène.*



(h) *Récipient pour dissoudre les météorites.*

FIGURE 4 (suite)



(i) *Récipient pour dissoudre les sels, et système de purification des gaz.* (j) *Brûleur d'hydrogène.*

FIGURE 4 (suite)

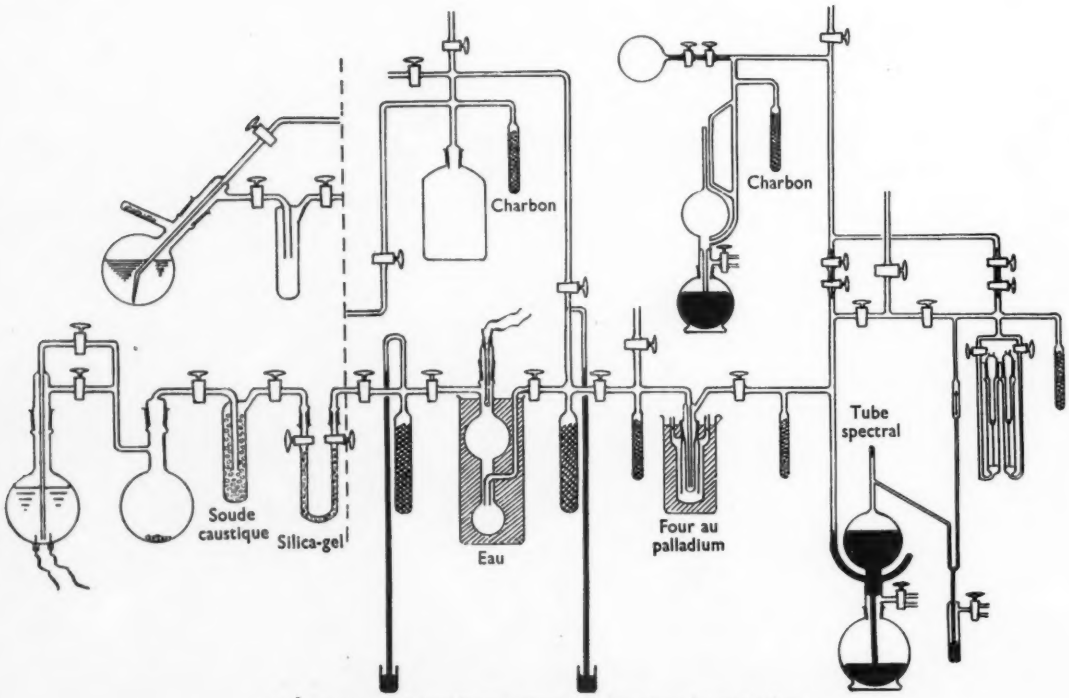


FIGURE 5 – *Appareil pour doser l'hélium dans les météorites.*

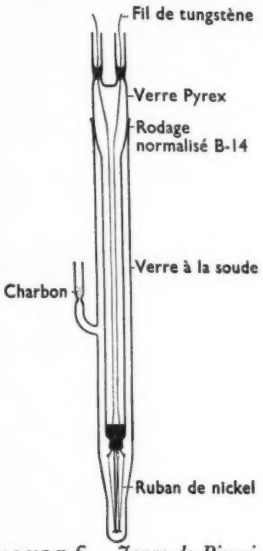


FIGURE 6 – *Jauge de Pirani.*

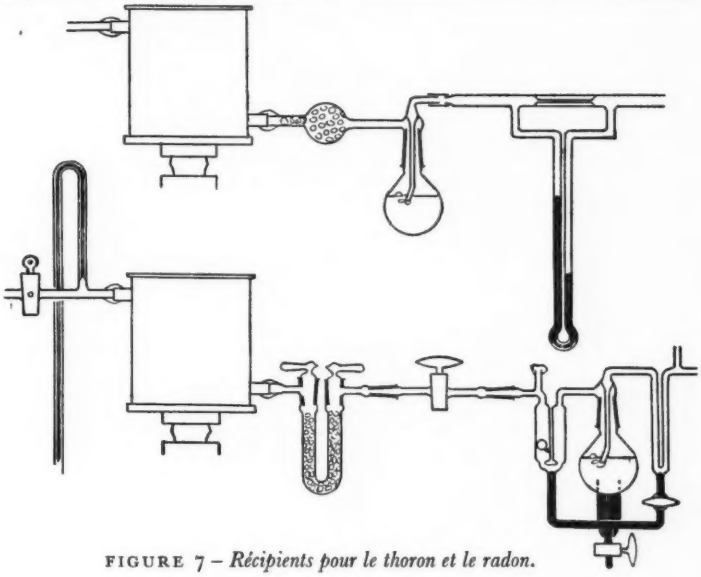


FIGURE 7 – *Récipients pour le thoron et le radon.*

Dès la publication de nos premiers résultats sur les météorites, conséquences d'un accroissement de précision sur le dosage de l'hélium, Holmes eut l'idée qu'il n'y avait plus lieu de restreindre le champ d'application de la méthode à des matériaux fortement radioactifs, tels que les minéraux contenant de l'uranium et du thorium étudiés jusque-là, et qu'on pouvait l'appliquer à des roches ordinaires. Vu la petite quantité d'hélium qui y est occluse, il y a plus de chance qu'il y soit retenu quantitativement [43]. Ceci s'est révélé juste, au moins en partie, et on a fait bien des essais dans divers laboratoires pour déterminer l'âge des roches. Hurley, au *Massachusetts Institute of Technology* [44] étudie cette question dans tous ses détails. Ce n'est plus la faible quantité d'hélium à doser qui est la difficulté principale, mais c'est la ténacité variable avec laquelle le minéral retient ce gaz, et la répartition hétérogène de l'uranium et du thorium dans des roches qui sont formées de minéraux très différents.

Les fers météoriques ne présentent pas de telles difficultés. Lorsqu'ils sont bien développés, ce sont des monocristaux, que l'on peut considérer comme complètement étanches vis-à-vis de l'hélium, et dont la composition chimique reste pratiquement constante sur des distances d'au moins plusieurs décimètres. La seule difficulté tient à leur faible teneur en uranium et en thorium, dont on a déjà parlé, mais nos méthodes de dosage du radon et du thoron sont assez sensibles pour connaître cette teneur avec une assez jolie précision, et la teneur en hélium est connue avec une précision surabondante. Il suffit d'une fraction de gramme de la précieuse matière météorique pour le dosage: avantage supplémentaire de nos micro-méthodes; au début, il fallait des centaines de grammes [25].

Depuis 25 ans, nous avons rassemblé des données sur la teneur en hélium de plus de 50 fers météoriques; les résultats sont parfois surprenants [27]. Certains se sont solidifiés il y a moins d'un million d'années, tandis que d'autres semblent avoir jusqu'à sept mille millions d'années, et seraient ainsi deux à trois fois plus vieux que les roches terrestres les plus anciennes. Diverses hypothèses permettent d'expliquer les météores récents, mais les âges élevés paraissent plutôt invraisemblables, car ils indiqueraient qu'à l'époque de la formation des météores l'isotope moins stable de l'uranium U 235 aurait été bien plus abondant que l'isotope plus stable, U 238; de plus, on s'approche de façon vraiment inquiétante de la limite actuellement reconnue à l'âge de l'univers.

Peut-être l'hélium des météorites n'est-il pas en totalité d'origine radioactive, une partie étant due au rayonnement cosmique intense auquel ils ont été soumis pendant leur course dans l'espace [45]. Pour vérifier cette hypothèse, nous avons récemment recueilli de l'hélium à partir de cinq fers météoriques, en quantités de l'ordre de 10^{-6} à 10^{-4} cm^3, et examiné sa composition isotopique [46]. Il peut y avoir jusqu'à 24% d'hélium 3, ce qui prouve qu'une fraction très importante de

l'hélium total est due aux rayons cosmiques. Disons, à titre de comparaison, que la proportion d'hélium 3 est de l'ordre de 10^{-5} % dans l'hélium des minéraux radioactifs et des gaz naturels, et de 10^{-4} % dans l'hélium atmosphérique. Il faudra poursuivre les analyses de météorites avant de pouvoir élucider exactement la part de la radioactivité et celle des rayons cosmiques, mais la voie semble désormais ouverte pour une détermination sûre de leur âge. Ceci devrait aider à clarifier nos idées encore très obscures sur l'origine du système solaire.

La découverte de l'hélium 3, en proportion si élevée dans les météorites, ouvre d'autres perspectives intéressantes, comme l'étude de l'intensité du rayonnement cosmique en des points extérieurs au champ magnétique terrestre, et à des époques très reculées [47].

La méthode à l'argon, nouvellement développée est analogue à celle qui utilise l'hélium, pour déterminer l'âge des roches. Smits et Gentner l'ont déjà appliquée en suivant une technique calquée sur la nôtre [48].

Les nouvelles micro-méthodes ont trouvé une application dans l'étude de la haute atmosphère. Pour des raisons théoriques, on a prédit depuis déjà longtemps un enrichissement de l'atmosphère en gaz légers à de grandes hauteurs. Presque tous les laboratoires qui obtiennent des échantillons d'air stratosphérique pour en faire l'analyse se bornent à déterminer le pourcentage d'oxygène. Laissant tomber de vieilles expériences similaires, certainement erronées, disons cependant que des analyses assez récentes d'air stratosphérique provenant d'altitudes comprises entre 18 et 29 km semblent indiquer une diminution de la teneur en oxygène, en accord avec les prévisions théoriques. En fait, le choix de l'oxygène comme référence est malheureux; évidemment, il est de loin le plus simple à doser des gaz atmosphériques, mais, du même coup, c'est lui qui risque le plus de se perdre partiellement dans des réactions chimiques. Nous pensons que telle a toujours été la raison des basses proportions trouvées. Il est, par contre, très peu vraisemblable que l'azote atmosphérique réagisse avec le récipient qui contient l'échantillon, et cette possibilité n'existe pas dans le cas des gaz inertes. Il nous a donc semblé bien plus sûr d'examiner le rapport des gaz inertes à l'azote. Si la séparation par gravitation prévue par la théorie a lieu, les rapports du néon et de l'hélium à l'azote doivent être accrus et celui de l'argon à l'azote diminué.

Après un travail préliminaire développé, au cours duquel nous avons établi la constance de la teneur en hélium dans l'air atmosphérique sur tout le globe [49], nous avons eu la chance de recevoir des échantillons d'air stratosphérique recueilli au-dessus de New-Mexico par des fusées [50]. Jusqu'à 60 km, on ne trouve pas de changement dans la composition de l'atmosphère [51], mais, au-dessus de cette limite, nous avons pu mettre en évidence, pour la première fois et sur quatre échantillons indépendants, la variation prévue du rapport des gaz inertes à l'azote [31].

Vu le grand intérêt actuel de la haute atmosphère pour météorologistes et physiciens, nous espérons voir se continuer cette collaboration avec l'équipe de recherches par fusées de l'Université de Michigan, et pouvoir étudier des altitudes encore supérieures. Les bouteilles en acier, de 8 litres (figure 3) récupérées après ascensions de fusées jusqu'à 65 km, ne contiennent guère plus qu'un centimètre-cube d'air, et, d'une altitude de 100 km, nous n'espérons guère plus qu'un dixième de centimètre-cube. Nous espérons néanmoins pouvoir doser l'azote, l'hélium, le néon et l'argon avec assez de précision pour mesurer les variations dues à la gravitation dans la composition de la stratosphère qui se produisent à ces altitudes extrêmes.

BIBLIOGRAPHIE

[1] TRAVERS, M. W. «The Discovery of the Rare Gases». Arnold, Londres. 1928; *Endeavour*, **11**, 126, 1952.

[2] SODDY, F. «The Story of Atomic Energy». Nova Atlantis, Londres. 1949.

[3] RAMSAY, W. et SODDY, F. *Nature*, **68**, 246, 1903; *Proc. roy. Soc.* A, **72**, 204, 1903; **73**, 346, 1904.

[4] WHYTLAW-GRAY, R. et RAMSAY, W. *Proc. roy. Soc.* A, **84**, 536, 1911.

[5] DEBIERNE, A. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **150**, 1740, 1910.

[6] RUTHERFORD, E. *J. chem. Soc.*, **121–2**, 400, 1922.

[7] COLLIE, N. J. et PATTERSON, H. *Nature*, **90**, 653, 1913; *J. chem. Soc.*, **103**, 419, 1913.

[8] RUTHERFORD, E. *Proc. roy. Soc.* A, **97**, 374, 1920.

[9] THOMSON, J. J. *Nature*, **90**, 645, 1913; *Proc. roy. Soc.* A, **89**, 1, 19, 1914.

[10] MERTON, T. R. *Proc. roy. Soc.* A, **90**, 549, 1914.

[11] EGERTON, A. C. J. *Ibid.*, **91**, 180, 1915.

[12] STRUTT, R. J. *Ibid.*, **89**, 499, 1914.

[13] RIDING, R. W. et BALY, E. C. C. *Ibid.*, **109**, 186, 1925.

[14] STRUTT, R. J. «J. W. Strutt, Third Baron Rayleigh». Arnold, Londres. 1924.

[15] *Idem. Ibid.* (p. 151); PANETH, F. A. *J. chem. Soc.*, 642, 647, 1937.

[16] PANETH, F. A. et PETERS, K. *Z. phys. Chem.* B, **1**, 253, 1928.

[17] RAMSAY, W. *Nature*, **90**, 653, 1913; *J. chem. Soc.*, **103**, 264, 1913.
[18] PANETH, F. A. et PETERS, K. *Z. phys. Chem.*, **134**, 353, 1928.
[19] «A.C.E.» *Nature*, **123**, 879, 1929.
[20] LANE, A. C. et URRY, W. D. *Bull. geol. Soc. Amer.*, **46**, 1101, 1935.
[21] EVANS, R. D., GOODMAN, C., KEEVIL, N. B., LANE, A. C. et URRY, W. D. *Phys. Rev.*, **55**, 931, 1939.
[22] KEEVIL, N. B. *Univ. Toronto Stud. geol.*, **46**, 39, 1941.
[23] HOLMES, A. et PANETH, F. A. *Proc. roy. Soc.* A, **154**, 385, 1936.
[24] EVANS, R. D. *Rev. sci. Instrum.*, **4**, 223, 391, 1933; **6**, 99, 1935.
[25] STRUTT, R. J. *Proc. roy. Soc.* A, **80**, 572, 584, 1908.
[26] GLÜCKAUF, E. et PANETH, F. A. *Proc. roy. Soc.* A, **165**, 229, 1938.
[27] ARROL, W. J., JACOBI, R. B., et PANETH, F. A. *Nature*, **149**, 235, 1942.
[28] PANETH, F. A., GLÜCKAUF, E., et LOLEIT, H. *Proc. roy. Soc.* A, **157**, 412, 1936.
[29] PANETH, F. A. et URRY, W. D. *Z. phys. Chem.* A, **152**, 110, 1931.
[30] GLÜCKAUF, E. *Proc. roy. Soc.* A, **185**, 98, 1943.
[31] CHACKETT, K. F., PANETH, F. A., REASBECK, P., et WIBORG, B. S., *Nature*, **168**, 358, 1951.
[32] PANETH, F. A. et URRY, W. D. *Mikrochemie*, «Emich Festschrift», 233, 1930.
[33] ARROL, W. J., CHACKETT, K. F., et EPSTEIN, S. *Canad. J. Res.* B, **27**, 757, 1949.
[34] ARROL, W. J. et GLASCOCK, R. *Nature*, **159**, 810, 1947.
[35] GÜNTHER, P. L. et PANETH, F. A. *Z. phys. Chem.* A, **173**, 401, 1935.
[36] COLLIE, J. N. et RAMSAY, W. *Proc. roy. Soc.* A, **59**, 257, 1896.
[37] ARROL, W. J. National Research Council of Canada; Atomic Energy Project Division of Research (N.R.C. No. 1581).
[38] THODE, H. G. et GRAHAM, R. L. *Canad. J. Res.* A, **25**, 1, 1947.
[39] KOHMAN, T. P., AMES, D. P., et SEDLET, J. United States Atomic Energy Commission MDDC–852 (1947).
[40] PANETH, F. A. *Nature*, **166**, 931, 1950; *Nucleonics*, **8**, 38, 1951.
[41] *Idem. J. Chim. phys.*, **48**, 163, 1951.
[42] PANETH, F. A., GEHLEN, H., et GÜNTHER, P. L. *Z. Elektrochem.*, **34**, 645, 1928.
[43] DUBEY, V. S. et HOLMES, A. *Nature*, **123**, 794, 1929; DUBEY, V. S. *Ibid.*, **126**, 807, 1930.
[44] HURLEY, P. M. *Bull. geol. Soc. Amer.*, **61**, 1, 1950; Technical Report, Office Naval Research (juin, 1951).
[45] BAUER, C. A. *Phys. Rev.*, **72**, 354, 1947; **74**, 225, 501, 1948.
HUNTLEY, H. E. *Nature*, **161**, 356, 1948.
[46] PANETH, F. A., REASBECK, P., et MAYNE, K. I. *Geochim. et cosmoch. Acta*, **2**, 300, 1952.
[47] SINGER, S. F. *Nature*, **170**, 728, 1952.
[48] SMITS, F. et GENTNER, W. *Geochim. et cosmoch. Acta*, **1**, 22, 1950.
[49] GLÜCKAUF, E. et PANETH, F. A. *Proc. roy. Soc.* A, **185**, 98, 1945.
[50] PANETH, F. A. *J. chem. Soc.*, 3651, 1952.
[51] CHACKETT, K. F., PANETH, F. A., et WILSON, E. J. *J. atmos. terr. Phys.*, **1**, 49, 1950.

La Société Zoologique de Londres

L. HARRISON MATTHEWS

Historique de la Société depuis sa fondation en 1826, ses objectifs et ses activités actuelles. Celles-ci comprennent surtout l'entretien et le développement des Jardins Zoologiques de Regent's Park et de Whipsnade. Exposé des plans de reconstruction et d'amélioration du Zoo de Regent's Park.

Pour remplir les obligations de sa Charte, la Société réunit une collection d'animaux, entretenant à la fois un musée de spécimens empaillés et une ménagerie d'espèces vivantes. Le musée fut dispersé en 1851 et la section d'Histoire Naturelle du *British Museum*, transférée depuis à South Kensington, reçut en don les pièces les plus intéressantes.

La ménagerie fut d'abord une collection privée où seuls les membres étaient admis. Mais l'intérêt général crût à tel point que même l'admission des amis de la Société se révéla insuffisante et le public fut accepté deux jours par semaine moyennant paiement d'un droit d'entrée. Le règlement continua à se relâcher si bien que de nos jours, seul le dimanche matin est réservé aux membres.

Donc, sans qu'on l'ait voulu, la ménagerie devint une institution nationale, le «Zoo» connu de tous. On s'imagine souvent à tort que les fonds publics l'entretiennent, mais en réalité les cotisations des membres et les droits d'entrée constituent son seul revenu.

Du côté scientifique, les activités de la Société sont aussi florissantes tout en étant moins connues du public. Son siège à Regent's Park comprend une belle salle où se tiennent les réunions scientifiques et une splendide bibliothèque de plus de cent mille volumes sur de nombreux aspects de la biologie. Les réunions, auxquelles sont présentés les résultats des travaux de zoologie les plus récents, ont lieu mensuellement huit mois de l'année. Ces travaux paraissent aussi dans les deux journaux de la Société: les *Proceedings* et les *Transactions of the Zoological Society of London* qui ont été publiés sans interruption depuis 1832 et 1835 respectivement. La Société est à juste titre fière de ces excellentes publications où paraissent les grands noms de la science zoologique depuis plus d'un siècle. Le personnel compte plusieurs spécialistes dont la tâche est de poursuivre les recherches sur les animaux de la collection et nombreux sont les zoologistes du passé et de nos jours qui ont atteint le sommet de leur science après avoir débuté à la Société Zoologique de Londres. Elle a également patronné et financé maintes expéditions scientifiques dans toutes les parties du monde et en a retiré non seulement des sujets nouveaux pour la ménagerie, mais des articles pour ses publications.

Le Zoo occupe plus de 13 hectares de Regent's Park et le canal de ce parc le coupe ainsi que le boulevard de ceinture. Les Jardins sont donc divisés en trois parties: nord, moyenne et principale. Les deux premières sont reliées par deux ponts sur le canal et les parties moyenne et principale par deux tunnels sous le boulevard. Des transformations ont naturellement eu lieu ces cent dernières années et il ne reste presque plus rien des bâtiments primitifs. L'habitation des chameaux avec son clocher, bien que souvent restaurée, est le principal vestige du passé et la terrasse dominant la cage aux ours rappelle encore la disposition d'autrefois. Pour le reste, les modifications ont été si nombreuses que rien ne subsiste. Et comme les transformations ont été faites au hasard, les bâtiments sont souvent disparates. On vient pourtant de compléter un plan de développement cohérent et, si on le suit à l'avenir, le Zoo aura un aspect beaucoup plus homogène et agréable pour le visiteur.

L'expansion en surface étant impossible, les plans prévoient pour loger les animaux des habitations à deux étages. Les cages seront illuminées mais les halls où se tiendront les visiteurs, dans la pénombre. Des passages couverts relieront les bâtiments et les accidents du terrain seront utilisés pour éviter les montées d'escalier inutiles. Ces transformations seront naturellement très coûteuses et de nombreuses années passeront avant que ce plan ambitieux soit réalisé. On doit pourtant commencer sous peu.

La tendance moderne est de présenter les animaux dans un cadre donnant l'illusion de leur milieu naturel; ils sont séparés du public par des

FIGURE 1 – *Deux lézards tropicaux: l'iguane nudicolle d'Amérique tropicale se nourrit de feuilles, le lézard d'eau de Lesueur d'Australie orientale est carnivore et s'alimente surtout d'insectes.*

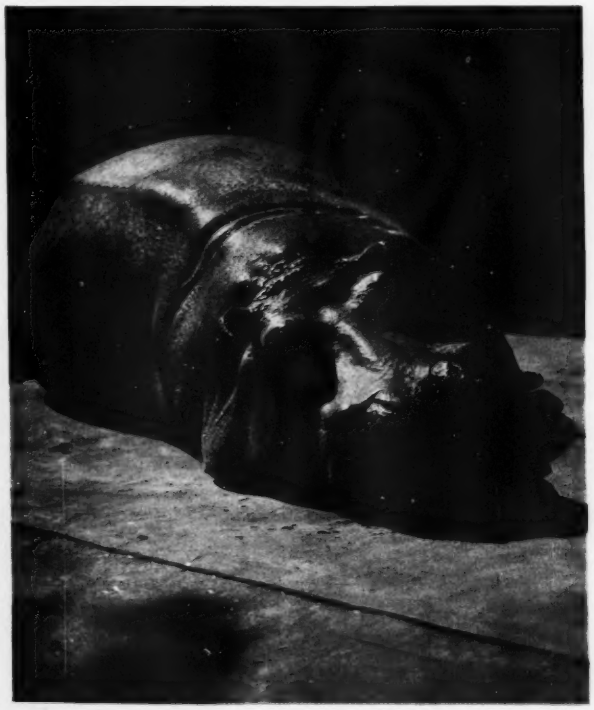


FIGURE 2 – *La Société possède deux couples d'hippopotames. Celui de Whipsnade est accoutumé à l'air libre et n'est chauffé que pendant les gelées.*

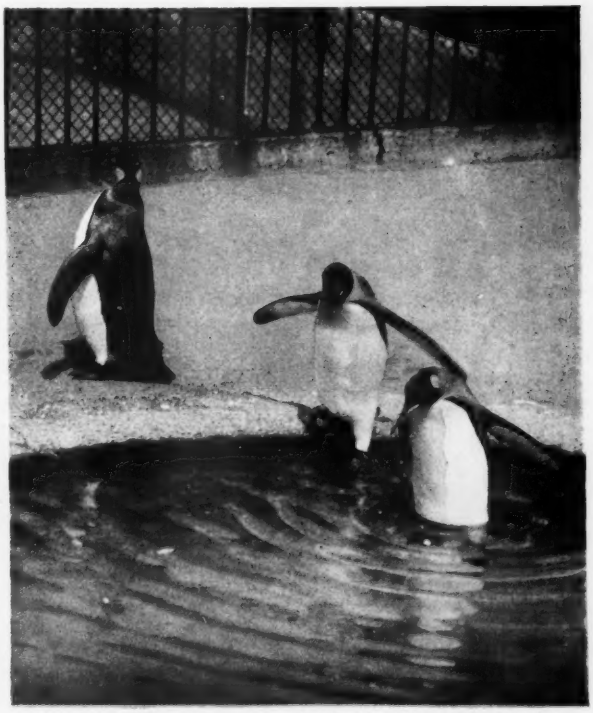


FIGURE 3 – *Grand manchots, la plus belle des espèces, inférieure en taille aux manchots empereur seulement. Un jeune manchot est né et a été élevé avec succès à Regent's Park en 1952.*

FIGURE 4 – *Genette tachetée d'Afrique nourrissant ses deux petits. C'est le seul mammifère chez qui la cystinurie soit un fait normal; chez l'homme elle est pathologique et on espère que les travaux actuellement en cours sur le métabolisme de cet animal aideront à découvrir son traitement.*

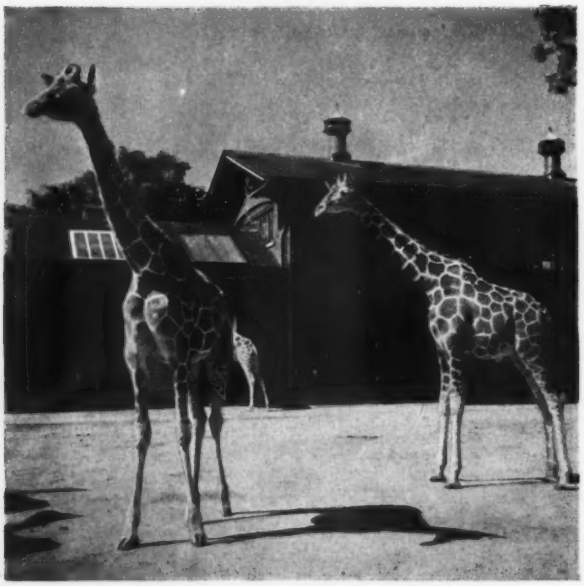


FIGURE 5 – *Plusieurs races de girafes habitent l'Afrique. Celles-ci sont appelées réticulées à cause du dessin en réseau très net de leur robe. Chez d'autres, les taches sont de forme irrégulière et plus séparées.*

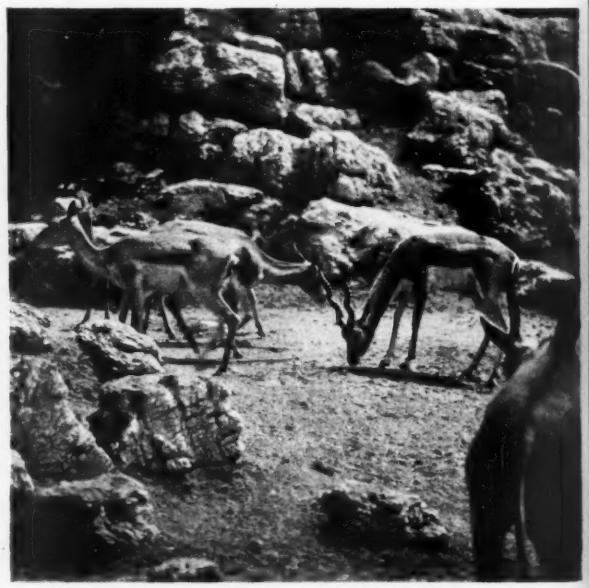


FIGURE 6 – *Troupeau de daims noirs des Indes, femelles à gauche et mâle à droite; un jeune daim, fils du chef, est au premier plan.*

FIGURE 7 – *Un des traits caractéristiques de l'éléphant d'Afrique est la grande taille de ses oreilles comparées à celles de l'éléphant des Indes (au fond).*

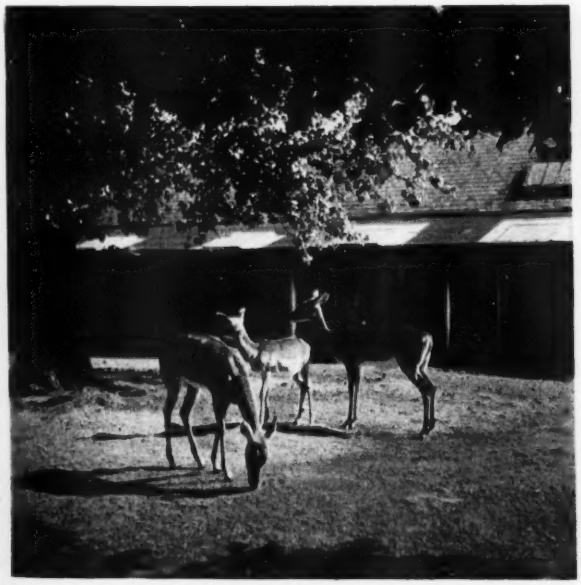


FIGURE 8 – *Trois antilopes Impala. Le mâle de cette belle espèce africaine a des cornes en spirale écartées.*

FIGURE 9 – *Les ours ont toujours du succès auprès du public du Zoo. Ces jeunes spécimens himalayens passent une grande partie de leur temps dans les branches de l'arbre dont on voit le tronc derrière eux.*

FIGURE 10 – *Un okapi femelle des forêts du Congo belge. On remarque la démarche caractéristique de cet animal, semblable à celle de la girafe, sa proche parente.*

FIGURE 11 – *Trois jeunes caïmans à lunettes d'Amérique du sud, se reposant dans leur réservoir chauffé. Seuls les yeux et les narines dépassent la surface de l'eau.*

fossés ou autres obstacles, mais non par les barreaux d'une cage. A Regent's Park, malheureusement, l'espace est trop limité pour exploiter à fond cette idée.

Une autre tendance actuelle consiste à entourer les sujets exotiques d'un minimum de précautions. La tradition voulait, notamment, que les sujets tropicaux soient confinés dans des habitations chauffées; mais on sait aujourd'hui que la chaleur artificielle est d'importance secondaire et doit être fournie en modération, même par temps rigoureux. L'essentiel est que les animaux captifs reçoivent beaucoup d'air pur et de soleil. Leur santé en a déjà grandement bénéficié et l'incidence de la tuberculose, en particulier, a diminué.

Comme le montre un récent sondage de l'opinion publique, le Zoo de Londres est une des principales attractions de la capitale. Au siècle dernier, les zoologistes intéressés firent du Zoo leur lieu de rendez-vous quand l'anatomie comparée et la systématique prirent la première place en Zoologie. Ils y virent pour la première fois de nombreuses espèces vivantes; après leur mort, ces dernières étaient l'objet d'examens minutieux dont les résultats paraissaient dans les journaux de la Société, illustrés d'abondantes planches lithographiques. Bien que de nos jours l'anatomie comparée attire moins d'attention que d'autres branches de la zoologie, elle reste un des fondements de cette science et le prosecteur de la Société poursuit continuellement avec ses collègues des recherches morphologiques qui enrichissent nos connaissances de la conformation et de la parenté des espèces animales. Une grande quantité de matériel anatomique est aussi mise à la disposition des chercheurs dans les universités et autres établissements; les résultats de leurs travaux paraissent dans les journaux de la Société. L'enseignement n'est pas oublié non plus.

Outre qu'elle entretient son personnel scientifique attitré, la Société décerne de temps en temps des bourses d'études à des personnes qualifiées et de nombreux travaux intéressants ont été effectués ainsi. Ces deux dernières années, des facilités ont été accordées aux étudiants diplômés ou près de l'être, pour étudier certaines questions sur place pendant les grandes vacances. Le succès a été considérable.

Le Zoo compte une autre section, inconnue du public: l'infirmerie et le pavillon d'isolement. La première reçoit les animaux malades ou victimes d'accidents qui y sont soignés sous la direction de l'Officier Vétérinaire. Celui-ci, à propos, est dans une position idéale pour faire d'utiles observations sur la biologie des animaux sous sa garde. Le pavillon d'isolement héberge tous les nouveaux venus un certain temps, pour dépister les maladies ou la présence de parasites internes. Ils sont alors certifiés en bonne santé et transférés à la ménagerie. De nombreuses espèces sont soumises à une stricte réglementation de la part du Ministère de l'Agriculture et de la Pêche britannique et doivent subir un long isolement avant de pouvoir être transportées quelque part. Beaucoup d'ongulés, après une période préliminaire de ségrégation, restent en quarantaine encore plus de douze mois dans une région urbaine avant d'être expédiés ailleurs dans le pays. Le Zoo de Londres a donc presque toujours un certain nombre de ces animaux exposés à Regent's Park, attendant d'être envoyés aux jardins zoologiques qui les ont commandés.

La construction de l'aquarium en 1922 fut une des nouveautés les plus importantes entreprises par la Société depuis sa fondation. En 1853 elle monta un aquarium public, réputé le premier du genre, et peut être fière que le nouvel exemplaire ouvert en 1923 soit universellement reconnu comme étant le plus bel aquarium du monde. Il existe une différence fondamentale, envergure et coût mis à part, entre l'ancienne «Maison des Poissons» et la nouvelle installation. Dans la première on s'efforçait de réaliser des conditions permettant aux plantes et aux animaux de vivre indéfiniment sans renouvellement de l'eau. Le nouvel aquarium, par contre, utilise toutes les ressources de la science moderne pour conserver l'eau, douce ou salée, dans un état chimique et physique aussi proche que possible de celui des lacs et des océans.

Cela nécessite de très grands réservoirs d'une capacité égale à quatre ou cinq fois celle des aquariums en vue, ainsi qu'une installation pour pomper et faire circuler l'eau. On peut ainsi avoir un aquarium marin à n'importe quelle distance de la mer, une fois qu'on a fait une provision suffisante d'eau de mer et que la perte par évaporation est compensée par l'addition calculée d'eau douce. Au cas où les aquariums seraient trop vastes pour permettre le nettoyage des excréments et autres déchets, un procédé de filtrage doit être ajouté au système de circulation de l'eau. Cette installation fonctionne parfaitement au Zoo de Londres comme le prouve la splendide collection d'animaux de mer et d'eau douce qui y est exposée.

A l'inverse du Zoo de Regent's Park, celui de Whipsnade, à une quarantaine de kilomètres de

Londres, est un parc de plein air sans cages resserrées. Son but premier était de servir de lieu de vacances pour les animaux de Regent's Park, mais il s'est transformé petit à petit en un véritable «zoo». La plupart des animaux, à l'intérieur de vastes enclos, y jouissent d'une grande liberté comme s'ils étaient à l'état sauvage. L'aménagement de Whipsnade se poursuit depuis vingt et un ans et de grandes améliorations, dont certaines ont été complétées après la guerre, ont transformé l'aspect original des lieux. La très belle campagne environnante fait un cadre splendide aux oiseaux et aux bêtes.

Les deux parcs zoologiques dont nous venons de parler se complètent mutuellement et offrent la plus belle collection qui soit à l'heure actuelle d'animaux sauvages. Souhaitons qu'ils continuent à contribuer utilement à la zoologie et deviennent de plus en plus populaires comme lieux de délassement, de récréation et d'éducation inconsciente.

Action détersive

N. K. ADAM et D. G. STEVENSON

Etude du mécanisme de l'action des détersifs solubles dans l'eau, qui sont des sels à chaîne paraffinique. Ceux-ci enlèvent la crasse graisseuse de la surface des solides en la rassemblant en globules facilement détachables par lavage. Les molécules du détersif étant adsorbés aux surfaces eau-graisse aident à la dispersion des globules de graisse dans l'eau par émulsion. Bref aperçu de la solubilisation, processus de la formation de micelles, agents de la dissolution de substances insolubles dans l'eau. Effets de la température sur l'action détersive.

La plupart des détersifs solubles dans l'eau, mais non pas tous, se rattachent à une catégorie de composés connus sous le nom de sels à chaîne paraffinique. Ces composés, au nombre desquels se trouvent les savons proprement dits, contiennent une longue chaîne d'hydrocarbure — parfois plusieurs — accompagnée d'un groupe soluble dans l'eau, ionisable, et généralement situé à l'extrémité de cette chaîne, ou presque. Ils sont tous très tensio-actifs. Ils sont fortement adsorbés aux interfaces, et même en solution très diluée, provoquent une chute de la tension superficielle de l'eau et de sa tension interfaciale avec les huiles.

Dès le début du XIXe siècle, Chevreul et quelques autres découvrirent l'action émulsifiante énergique des savons sur les taches de graisse et, vers la fin de ce même siècle [2], on a reconnu la relation essentielle entre pouvoir émulsifiant et pouvoir d'abaisser la tension interfaciale. Hillyer [3] démontra que le savon facilite la pénétration de l'eau dans les interstices d'un tissu, processus maintenant appelé mouillage. Tout détersif doit présenter les deux pouvoirs: mouillant et émulsifiant. Le premier est une qualité préliminaire, puisqu'il ne peut exister d'action détersive sans contact parfait entre la solution détersive et toutes les parties de la surface à nettoyer; le second est une suite utile; en effet, à moins que la surface de la crasse ne devienne assez hydrophile, celle-ci peut, au lieu de rester en suspension, retomber sur le solide.

L'action détersive proprement dite consiste habituellement en un déplacement de la crasse, généralement d'origine graisseuse, de la surface du solide, par la solution détersive. Ce processus a été étudié au moyen de la photomicrographie [4]; mais déjà en 1932, Hailwood avait élaboré l'essentiel de la théorie. On peut appeler ce déplacement processus d'agglomération: la graisse, d'abord répandue à la surface du solide en pellicule plus ou moins continue, est recueillie et rassemblée en globules ne touchant plus au solide que par endroit et facilement détachables. Même à très faible concentration dans l'eau, le détersif modifie profondément l'angle de raccord entre la surface eau-graisse et la surface du solide (diagramme de la figure 1). Dans l'eau sans autre addition (figure 1*a*), l'angle de raccord θ_{he}, mesuré dans le corps gras est presque nul; son complément θ_{eh} dans l'eau étant de 180°. Dans une solution détersive diluée (figure 1*b*), θ_{he} s'agrandit jusqu'à 180° et θ_{eh} se réduit à 0°. L'effet du détersif, même à faible concentration est de provoquer le mouillage par l'eau du solide jusque-là enduit de corps gras. Une fois rassemblés, les globules de graisse se détachent d'eux-mêmes, ou bien la moindre agitation les chassera.

Les photographies de la figure 2 représentent un tissu de lainage taché de lanoline teintée en rouge (noir sur la photo) dans différentes concentrations de cétylsulfate de soude, $C_{16}H_{33}OSO_3^-$, Na^+. En solution extrêmement diluée (0,001%), le déplacement est imperceptible (figure 2*a*); le corps gras recouvre encore le tissu en pellicule presque continue. Sur la figure 2*b* (0,005%), on voit le corps gras se rassembler en globules distincts, mais le déplacement est inachevé, l'angle de raccord dans l'huile est compris entre 45° et 90°. Sur la figure 2*c* (0,02%), le corps gras est complètement rassemblé et presque détaché, et l'angle de raccord dans l'huile est de 180°. La figure 2*d* montre les fibres dans la solution à 0,02% après une légère agitation. Tous les globules de graisse ont disparu. Les photographies de la figure 3 représentent clairement les divers stades de l'agglomération [5].

Il est facile de voir que l'adsorption du détersif sur les surfaces solide-eau et huile-eau tend à produire ce rassemblement du corps gras. Il est

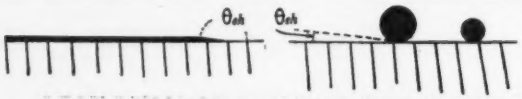


FIGURE 1 – *Rassemblement* (a) *dans l'eau*, (b) *dans le détersif.*

évident, d'après la figure 1 que les tensions interfaciales solide-huile(γ_{sh}), solide-eau (γ_{se}), et eau-huile (γ_{eh}) sont liées par la relation suivante:

$$\gamma_{sh} = \gamma_{se} + \gamma_{eh} \cos \theta_{eh}$$

ou

$$\cos \theta_{eh} = \frac{\gamma_{sh} - \gamma_{se}}{\gamma_{eh}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Les deux tensions γ_{se} et γ_{eh} sont diminuées par adsorption du détersif, avec formation de pellicules probablement monomoléculaires, sur les interfaces eau-solide et eau-huile. D'après l'équation (1), une diminution de l'une de ces tensions superficielles, ou des deux, doit augmenter $\cos \theta_{eh}$ et diminuer θ_{eh}, et par conséquent contribuer au rassemblement du corps gras. On peut considérer l'adsorption du détersif à la surface du solide comme un déplacement de la graisse par la pellicule de molécules détersives, qui adhère à sa surface plus fortement que la graisse. Mais les molécules détersives ont une fonction supplémentaire: leur adsorption à l'interface eau-graisse, avec diminution corrélative de la tension interfaciale, aide à la dispersion des globules de graisse en émulsion relativement stable dans l'eau.

La mousse n'est pas une condition nécessaire de l'action détersive. Lorsque la mousse d'une solution savonneuse est réduite ou détruite par des agents antimousse tels que le phosphate tributylique, son pouvoir détersif peut n'en subir que peu d'altération [6]. Bien mieux, certains liquides qui moussent beaucoup, tels que les solutions de saponines, ont un pouvoir détersif réduit. La mousse et l'action détersive sont deux conséquences distinctes de l'activité superficielle des détersifs: la mousse provient de l'adsorption à la surface eau-air et l'action détersive de l'adsorption aux interfaces eau-solide et eau-graisse. Si ces deux pouvoirs, moussant et détersif, sont souvent associés, il en existe une raison. La grande activité de surface de la plupart des détersifs est due aux importants éléments structuraux de type hydrocarbure entrant dans leur structure. Cette partie hydrocarbure tend toujours à sortir de la solution aqueuse, parce que l'attraction mutuelle de deux molécules d'eau est tellement plus forte que leur attraction par une molécule d'hydrocarbure, ou que celle de deux molécules hydrocarbures entre elles, que les molécules d'eau tendent à se rassembler en groupe compact qui exclut les éléments structuraux hydrocarbures des molécules détersives. L'abondance de la mousse d'une solution révèle la présence d'un corps dissous, qui s'adsorbera probablement sur n'importe quelle surface en contact avec l'eau.

Pourtant, la mousse a une action effective pour faire partir l'huile de la surface d'un solide. Stevenson a étudié l'effet des mousses de divers détersifs sur des taches d'huile sur des plaques de verre, et a montré que l'huile se concentre à la jonction des lamelles des pellicules de mousse. La figure 6*a* représente une tache d'Oildag (solution colloidale de graphite dans l'huile minérale) sur du verre; la figure 6*b* la même après un contact de 15 secondes avec la mousse provenant d'une solution d'un alcoyl-sulfate secondaire (Teepol); 6*c*, 45 secondes plus tard et 6*d*, 3 minutes plus tard. Ces photos ont été prises par transparence, la tache et la mousse se trouvant derrière le verre. On voit sur la figure 4 une parcelle d'Oildag isolé dans la mousse, séparé de toute surface solide. Sur la figure 5, on voit un bécher contenant une petite quantité d'Oildag entourée d'écume grossière; la totalité de l'huile est rassemblée en une belle étoile à quatre branches.

La mousse ne peut chasser la tache d'huile sans que la solution détersive produise le changement de l'angle de raccord dont la conséquence est l'agglomération du corps gras. On voit sur la figure 9*a* un large anneau d'huile peint à l'intérieur d'un tube de verre; sur la paroi externe une tache claire avec un trait foncé indique la position du badigeonnage. La figure 9*b* montre la même après que l'on a fait passer sur la tache 10 cm de mousse d'un alcoyl-sulfate secondaire; presque toute l'huile a été entraînée sur une certaine distance le long du tube. Sur la figure 9*c*, après passage de 30 cm de la même mousse, toute l'huile qui se trouvait à l'emplacement d'origine marqué par le trait foncé de la paroi extérieure, a disparu de cet endroit. La figure 9*d* montre l'action d'une solution en mouvement avec la même concentration d'alcoyl-sulfate, mais sans mousse, sur une tache similaire; l'huile se rassemble en globules, mais n'est pas déplacée le long du verre par l'agitation très légère du liquide en mouvement.

Le pouvoir de rassemblement de cette solution d'alcoyl-sulfate secondaire est considérable. Par contre, la mousse d'un sel cationique à chaîne paraffinique comme le bromure de cétyltriméthylammonium est beaucoup moins efficace, celui-ci

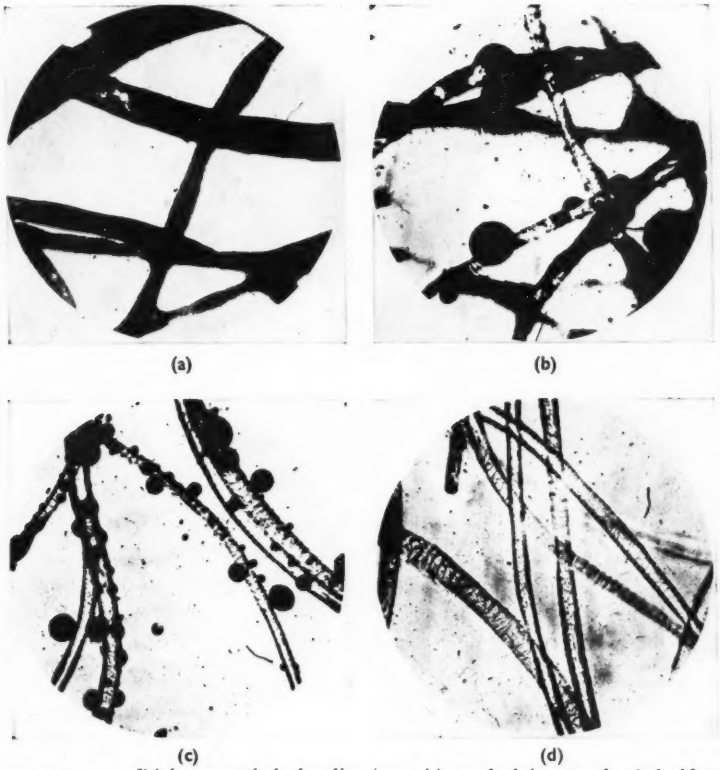


FIGURE 2 – *Déplacement de la lanoline (en noir) sur la laine, par le cétylsulfate de sodium* (× 80, *env.*); (a) 0,001 %, (b) 0,005 %, (c) 0,02 %, (d) 0,02 % *avec agitation.*

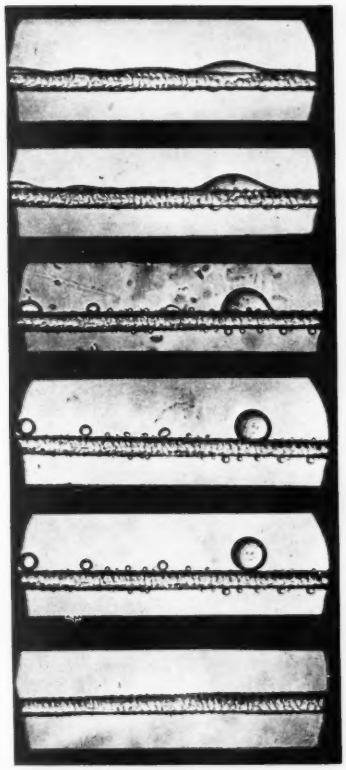


FIGURE 3 – *Différentes étapes de l'agglomération.*

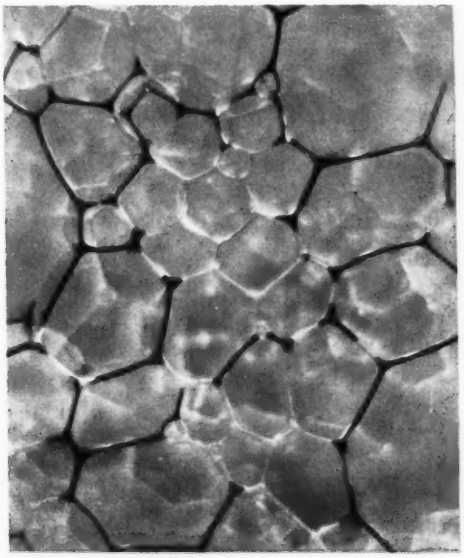


FIGURE 4 – *Oildag dispersé dans la mousse.* (× 16, *env.*)

FIGURE 5 – *Trace d'Oildag dans la mousse brute.*

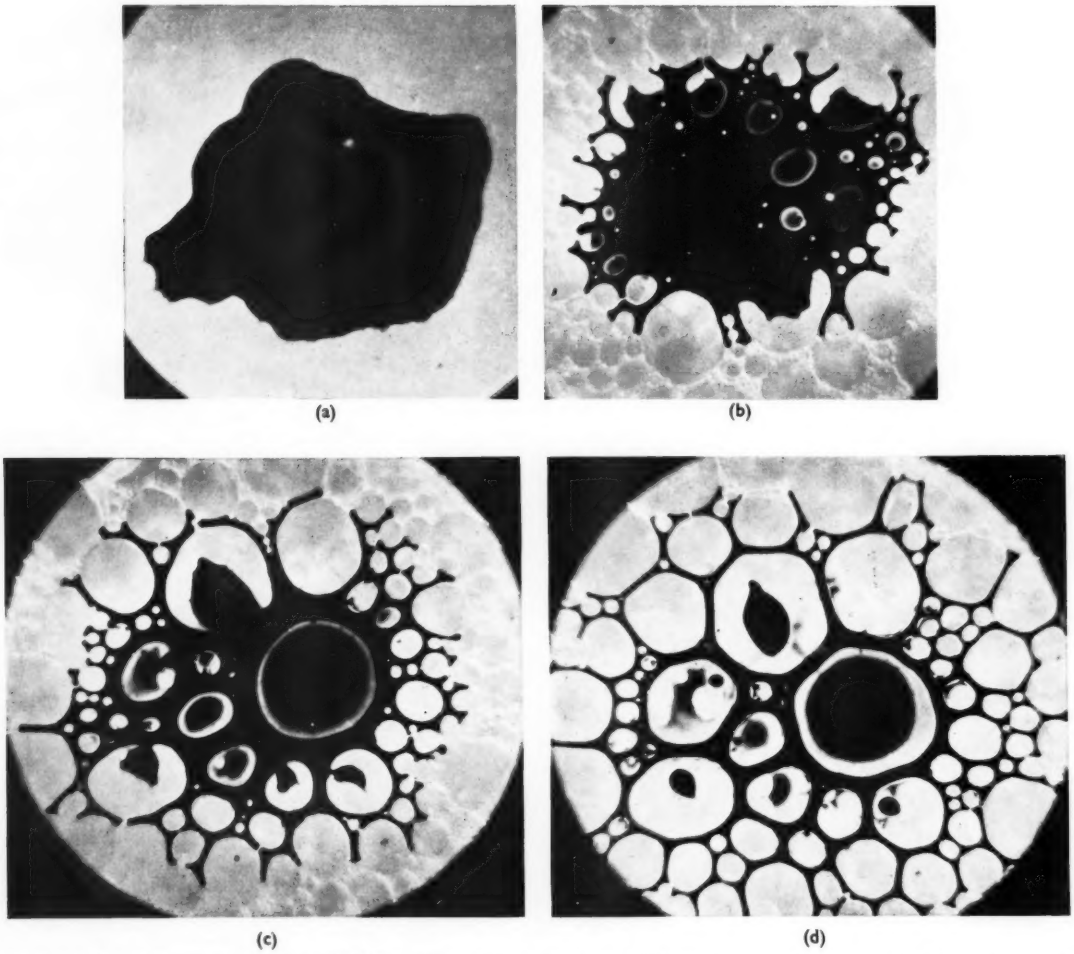


FIGURE 6 – *Action sur une tache d'Oildag, de la mousse d'alcoyl-sulfate secondaire* (× 8, *env.*); (a) *avant contact avec la mousse*, (b) 15 *sec.*, (c) 45 *sec.*, (d) 3 *min.*

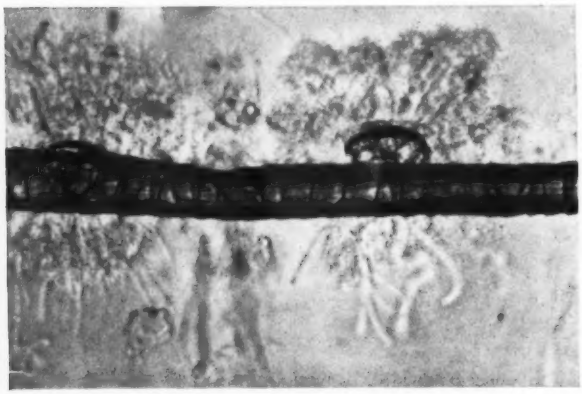


FIGURE 7 – *Acide oléïque sur une fibre, dans* 0,2% *d'oléate de soude*, 3 *min.* (× 300, *env.*)

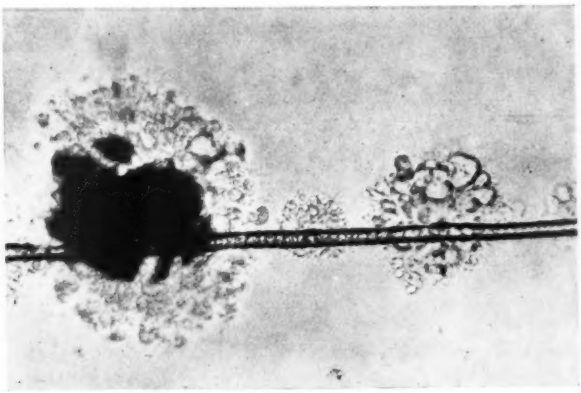
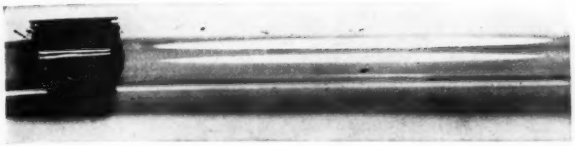
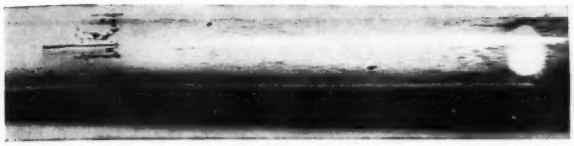


FIGURE 8 – *Acide laurique sur une fibre, dans* 0,5% *de laurate de soude*, 5 *min.* (× 100, *env.*)



(a)



(b)

(c)

(d)

FIGURE 9 – (a) *Tache d'Oildag dans un tube de verre,* (b) *action d'une mousse d'alcoyl-sulfate à* 0,2%, *passant à la vitesse de* 3 *cm à la minute; après passage de* 10 *cm de mousse,* (c) *la même après passage de* 30 *cm,* (d) *la même tache après passage pendant* 3 *min., de la solution sans mousse.*

FIGURE 10 – *La même tache après passage d'une mousse de bromure de cétyl-triméthyl-ammonium.*

FIGURE 11 – *Fibre tachée d'acide laurique dans l'alcoyl-sulfate secondaire à* 1%, 15 *min.* (× 100, *env.*)

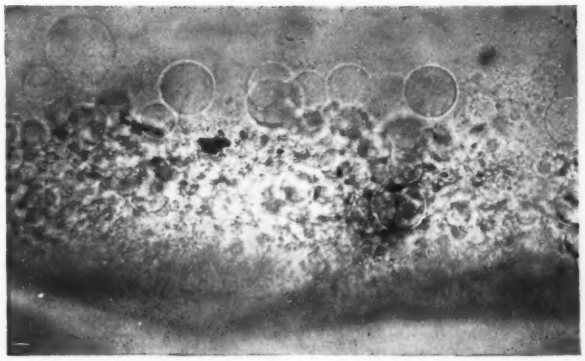


FIGURE 12 – *Alcool dodécylique secondaire dans le laurate de soude à* 1%, 10 *min.* (× 100, *env.*)

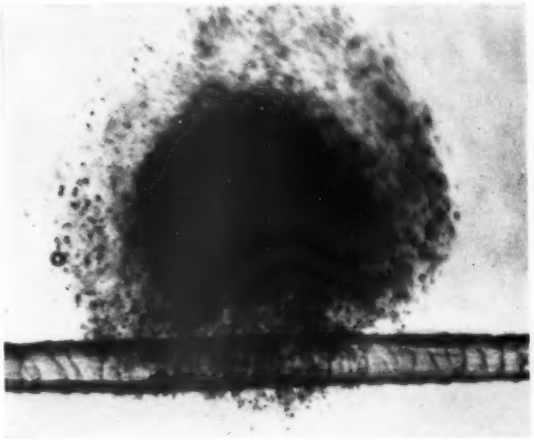
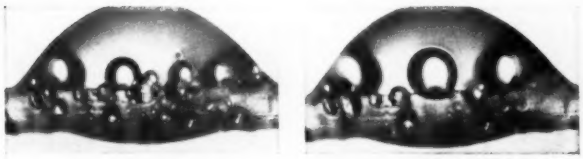
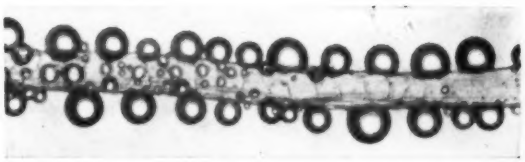


FIGURE 13 – *Crasse sur une fibre dans l'oléate de soude à* 0,2%, 2 *min.* (× 300, *env.*)

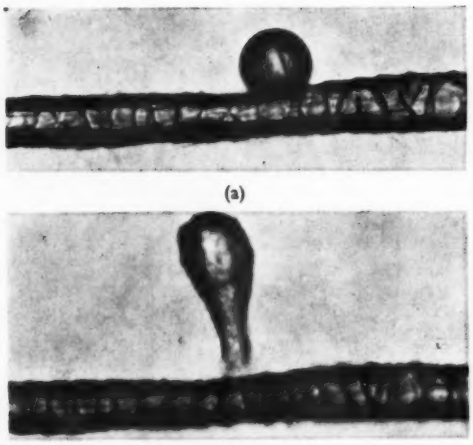


(a) (b)



(c)

FIGURE 14 – *Croissance de gouttelettes aqueuses sur un tissu de laine salé, sous Nujol;* (a) *une heure sous des gouttes,* (b) 8 *heures sous des gouttes,* (c) *sous pellicule continue.*



(a)

(b)

FIGURE 15 – *Mélange* 3 : 1 *de Nujol et acide oléïque dans un détersif non-ionique à* 0,2% (× 300, *env.*); (a) 30 *sec.*, (b) 3,5 *min.*

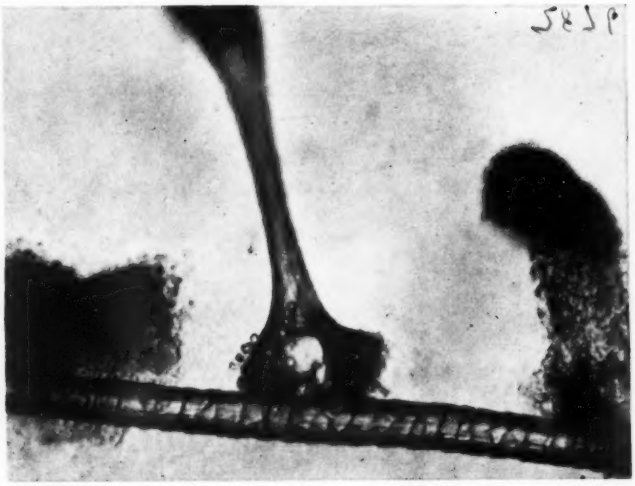
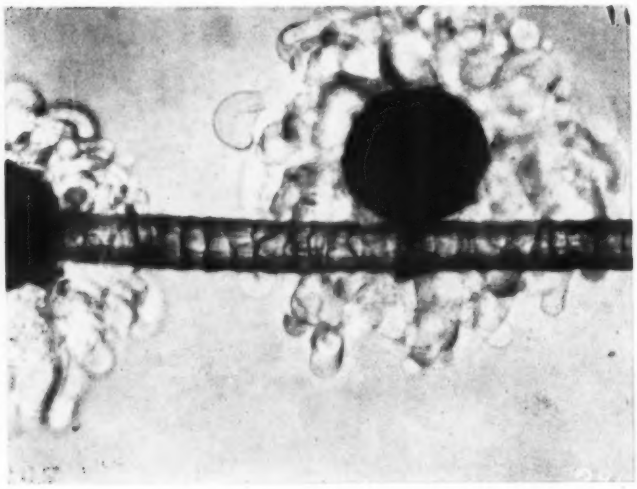
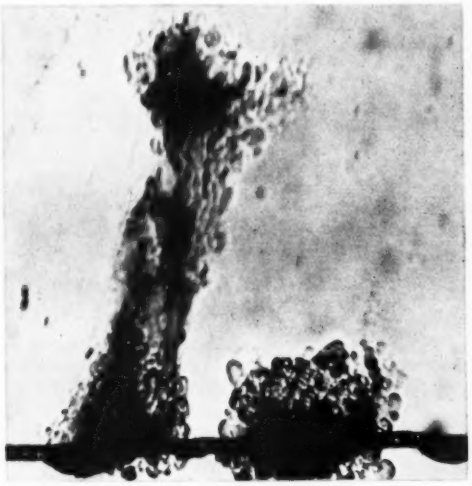


FIGURE 16 – *Mélange* 3 : 1, *Nujol et acide oléïque dans un détersif non-ionique à* 0,05%, 30 *min.* (× 300, *env.*)



(a)



(b)

FIGURE 17 – *Mélange* 3 : 1 *d'Oildag et d'acide oléïque dans un détersif non-ionique à* 1,5%. (a) 11 min. (× 300, *env.*), (b) 30 min. (× 80, *env.*)

Nous exprimons nos remerciements au *Journal of the Society of Chemical Industry*, au *Journal of the Textile Institute*, et au *Journal of the Society of Dyers and Colourists*, pour leur autorisation de reproduire les photographies; et à la *British Launderers' Research Association* qui a autorisé la publication de cet article.

n'ayant qu'un très faible pouvoir de rassemblement. Sous l'influence des sels cationiques à chaîne paraffinique, même en solution assez diluée, le verre devient hydrophobe; avec la concentration utilisée (0,2%), l'angle de raccord dans la solution est de 150° au lieu de 0°, comme avec un bon détersif. La photo de la figure 10 a été prise après passage sur la tache d'environ 30 cm de mousse, à la même vitesse que l'alcoyl-sulfate dans le cas de la figure 9*c*. La tache d'huile n'a pas été, comme précédemment, supprimée complètement, mais a seulement été entraînée sur une courte distance le long du tube.

La mousse peut donc parfois aider l'action détersive en augmentant l'efficacité mécanique du décrassage, en se déplaçant à la surface du solide, et d'autre part en aidant à la fragmentation du corps gras en globules de taille réduite facilement émulsionnés.

Les trois mécanismes de l'action détersive décrits ci-dessus: agglomération, séparation par la mousse du corps gras détaché et émulsification, ne comportent aucune action dissolvante de la solution détersive sur la crasse. Il est fréquent cependant que les solutions détersives dissolvent plus ou moins certaines substances insolubles dans l'eau mais solubles dans les solvants des hydrocarbures. On appelle souvent ce phénomène solubilité provoquée ou solubilisation [8–9]. Il est dû à une particularité de la constitution interne des solutions de sels à chaînes paraffiniques, au-dessus d'une certaine concentration nommée concentration critique pour la formation des micelles (c.c.m.). Au-dessus de la c.c.m., il y a formation de micelles ioniques, à l'intérieur desquelles sont rassemblées les longues chaînes hydrocarbonées avec les extrémités de leurs groupes aquo-solubles dirigées vers l'eau et recouvrant, dans la mesure où leur nombre le permet, l'intérieur hydrocarboné de la micelle.

La structure des micelles ioniques donne encore lieu à discussion; pour certains chercheurs, elles seraient à peu près sphériques, pour d'autres cylindriques, pour d'autres encore lamellaires. Dans les micelles sphériques ou cylindriques les chaînes hydrocarbonées seraient ramassées à l'intérieur, de façon irrégulière sans doute, tous les groupes solubles restant à la surface. Pour la théorie lamellaire, il y aurait dans la micelle 2 couches de grande surface, chacune d'épaisseur monomoléculaire, les molécules de chaque couche ayant des directions opposées, si bien que la partie hydrocarbure se trouve toute au centre de la micelle, les 2 faces opposées contenant tous les groupes hydrophiles. Il semble qu'il y ait plus de probabilité pour les formes sphérique ou cylindrique que pour la forme lamellaire, mais, indépendamment de la forme, il y a sans doute pour les micelles deux façons de dissoudre les corps insolubles dans l'eau. Les substances non-polaires se dissolvent dans la partie hydrocarbure intérieure; les molécules de structure hydrocarbure prépondérante avec un groupe polaire et hydrophile vers l'extrémité de la chaîne, s'orientent probablement avec leur groupe polaire vers les groupes polaires de la surface de la micelle, tandis que la partie hydrocarbure est ensevelie dans les éléments hydrocarbures qui constituent le centre des micelles.

Les micelles étant bien plus petites que la longueur d'onde de la lumière, une solubilisation parfaite entraîne la transparence de la solution. La seule chose visible lors de la dissolution d'une goutte d'huile dans une solution détersive, est un faible halo près de la goutte, là où l'indice de réfraction est différent de ce qu'il est dans d'autres régions plus éloignées où se trouve moins d'huile solubilisée.

Souvent des solutions détersives plus diluées, agissant sur de la crasse d'origine graisseuse contenant une certaine quantité de substances à groupes polaires, font gonfler la crasse et la font sortir du tissu en floraisons complexes très remarquables [10]. Le complexe myélinique représenté sur les figures 7 et 8 en est une forme habituelle. Dans ce cas, très vite après que la solution est entrée en contact avec la graisse, des tentacules se développent à la surface et grossissent à l'extérieur formant un enchevêtrement gélatineux plusieurs fois plus gros que la graisse d'origine. On connaît depuis longtemps ces formes myéliniques [11], ainsi nommées parce qu'elles apparaissent lorsque l'on immerge dans l'eau la lécithine brute provenant de gaines nerveuses myéliniques. La figure 11 représente une formation myélinique plus fine, obtenue dans une solution d'alcoyl-sulfate secondaire. Parfois, le complexe prend la forme d'un agrégat de petites sphères, comme c'est le cas avec l'alcool dodécylique secondaire dans une solution de laurate de soude (figure 12).

Le caractère gélatineux de ces complexes les rend très difficiles à séparer de la fibre par rinçage; de plus, en se diluant dans l'eau, ils se décomposent fréquemment, et la crasse initiale précipite. Ceci peut expliquer les points jaunâtres observables parfois sur des taies d'oreiller après blanchissage; la graisse des cheveux a imprégné le tissu, la solution détersive forme des complexes avec cette graisse et un rinçage normal ne suffit

pas à déloger ces complexes des interstices très étroits entre les fils.

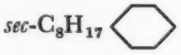
Dans certaines circonstances, la graisse qui salit un tissu peut s'émulsifier spontanément dans une solution détersive. Les solutions de savon sont particulièrement efficaces pour émulsifier les huiles contenant des éléments polaires. On voit sur la figure 13 l'enlèvement sur une fibre de laine dépourvue de sels, d'un globule d'huile contenant un peu d'acide gras extrait de taies d'oreiller souillées, à l'aide d'une solution d'oléate de sodium. L'huile est rassemblée et émulsifiée partout où la surface est en contact avec le détersif.

Un autre phénomène intéressant que J. Powney, en 1944, a le premier signalé, est la croissance de gouttelettes d'eau sur les fibres en dessous d'huile adhérent au tissu. Celles-ci se forment lorsque les fibres contiennent du sel, ou tout autre composé de faible poids moléculaire (comme cela est généralement le cas, à moins que l'on ait pris la précaution de laver pour éliminer le sel) et lorsque le tissu taché d'huile est immergé dans une solution aqueuse dont la pression osmotique n'est pas trop élevée [12]. On voit sur les figures 14*a* et 14*b* deux étapes de la croissance de ces gouttelettes sous des gouttes d'huile; 14*c* montre ces gouttelettes sous une pellicule huileuse épaisse et continue. Elles grandissent par osmose, l'eau passant de la solution plus diluée à l'extérieur de la fibre à la solution concentrée entre la fibre et l'huile. Elles diminuent lorsque le tissu huilé est immergé dans une solution très salée.

L'action détersive est facilitée de plusieurs façons par une élévation de température. Il faut, pour que les composés d'une tache quelconque s'enlèvent facilement, qu'ils soient portés au-dessus de leur point de fusion, sinon la tension superficielle qui conditionne l'agglomération n'aura pas toute son efficacité. De plus, au-dessous d'une certaine température définie assez exactement, que l'on désigne parfois sous le nom de point de Krafft, les savons et autres sels à chaîne paraffinique ont une solubilité très réduite, parfois inférieure à 0,1%; au-dessus de ce point elle atteint jusqu'à 50%. La soudaineté remarquable de ce changement de solubilité est due à la formation de micelles ioniques très solubles, qui intervient lorsque la concentration des ions simples difficilement solubles atteint la valeur critique (c.c.m.) à laquelle commence la formation massive des micelles. Au-dessus du point de Krafft, la solubilisation de l'huile en grand devient possible si la solution détersive est assez concentrée.

L'un des facteurs introduits par l'élévation de température est défavorable à l'action détersive. L'adsorption décroît à mesure que s'élève la température; la tension interfaciale entre huile et eau s'élève donc, et par conséquent le pouvoir de dispersion du détersif sur la crasse peut être moindre qu'à des températures plus basses.

Cet article traite surtout des détersifs ionisés du type sel à chaîne paraffinique. On a moins de données en ce qui concerne l'action des détersifs non-ioniques récemment mis en usage, et d'ailleurs sur la composition même de leurs solutions. Parmi ces détersifs non-ioniques, il faut citer surtout des composés du type phénol alcoylé, ou un autre groupe contenant une structure du type hydrocarbure à l'extrémité d'une chaîne de polyéthylène-glycol, tel que:



$$sec\text{-}C_8H_{17}\langle\bigcirc\rangle(OCH_2.CH_2)_nOH,$$

n étant de l'ordre de 10. Des études photomicrographiques [10] montrent que ce détersif a peu de pouvoir rassemblant, sans doute moins que les sels à chaîne paraffinique, mais qu'il peut abaisser la tension superficielle et émulsionner les corps gras de façon considérable. La figure 15*a* montre l'agglomération de l'huile; sur 15*b*, assez longtemps après, elle commence à sortir sous forme de goutte en poire, d'un tissu débarrassé de son sel. La figure 16 montre l'importance de l'émulsification sur une fibre de laine ayant gardé ses sels. La figure 17*a* montre un détachage qui a commencé avec formation de complexe; quelques minutes après toute la goutte d'huile se met à s'émulsionner (figure 17*b*).

BIBLIOGRAPHIE

[1] Voir «Encyclopaedia Britannica», 11ème édition, 1911, article «Savon», pour un compte rendu des premières théories sur l'action détersive.

[2] Donnan, F. G. *Z. phys. Chem.*, **31**, 42, 1899.

[3] Hillyer, H. W. *J. Amer. chem. Soc.*, **25**, 522, 1903.

[4] Adam, N. K. *J. Soc. Dy. Col.*, **53**, 121, 1937.

[5] Palmer, R. C. *J. Soc. chem. Ind., Lond.*, **60**, 59, 1941.

[6] Sisley, J.-P. B. *Corps Gras, Savons*, **1**, 66, 1943.

[7] Stevenson, D. G. *J. Soc. Dy. Col.*, **68**, 57, 1952.

[8] Klevens, H. B. *Chem. Rev.*, **47**, 1, 1950.

[9] McBain, J. W. *Advanc. Colloid Sci.*, **1**, 99, 1942.

[10] Stevenson, D. G. Thèse de Ph.D. (Londres), 1952; *J. Text. Inst.* (sous presse).

[11] Lehmann, O. «Molekularphysik». Engelmann, Leipsig, 1888.

[12] Stevenson, D. G. *J. Text. Inst.*, **42**, T194, 1951.

[13] Moilliet, J. L. et Collie, B. «Surface Activity». E. & F. N. Spon Limited, Londres. 1951.

Les modifications des chondriosomes, leur interprétation et leur déterminisme

R. BUVAT

L'auteur cite des expériences tendant à prouver que les modifications dans les chondriosomes résultent de l'action de l'eau. Après immersion dans l'eau pendant 3 à 12 heures des cellules de racines de *C. intybus* se sont allongées en filaments, ce changement étant réversible. L'immersion dans l'eau arrête la cyclose: les chondriosomes peuvent alors absorber de l'eau et se fusionner. C'est aussi l'eau libérée dans le cytoplasme qui entraîne les hypertrophies, les granulations et les vésiculisations dans les chondriosomes, sous l'effet des substances toxiques et du froid.

INTRODUCTION: L'EAU DANS LA CELLULE

L'aspect morphologique des chondriosomes se modifie parfois de manière très suggestive au cours des variations de l'activité physiologique du protoplasme. De réputation, ces chondriosomes sont très fragiles, ils sont détruits par les agents de fixation les plus employés, tels que l'alcool ou l'acide acétique, et en général par tous les solvants des lipides. Bien des substances, normalement étrangères au cytoplasme, les altèrent et, de plus, ils sont particulièrement sensibles à l'action de l'eau. Ce dernier fait tient probablement aux substances phospholipidiques dont ils sont très riches. On sait en effet que ces corps, bien que liposolubles, présentent néanmoins une certaine affinité pour l'eau: les figures dites «myéliniques», qui résultent de leur imbibition, sont bien connues. Ces propriétés permettent d'ailleurs de comprendre que les vacuoles, enclaves hydrophiles du cytoplasme, puissent renfermer dans certaines conditions des substances phospholipidiques [4, 18–21].

Lorsqu'on observe les effets de divers agents chimiques ou physiques, sur le chondriome, on est frappé de constater que les altérations des chondriosomes sont presque toujours identiques, et, de plus, qu'elles sont identiques à celles que produit l'eau pure.

L'eau constitue dans les vacuoles, avec des colloïdes et des cristalloïdes, des pseudosolutions et des solutions vraies; dans le cytoplasme et le noyau, l'eau existe surtout sous forme de molécules liées aux macromolécules de la substance vivante par des forces physiques telles que celles que l'on sous-entend lorsqu'on parle de l'imbibition des colloïdes. Ces liaisons entre l'eau et les macromolécules du protoplasme sont instables et varient avec les conditions du milieu et avec l'activité physiologique de la cellule. Ainsi le protoplasme peut reprendre de l'eau, dans les vacuoles ou dans le milieu, ou bien il peut en libérer. A certains moments, donc, des molécules d'eau libre peuvent exister dans le protoplasme et y cheminer.

Les recherches de Frey-Wissling [12] ont conduit à admettre que les macromolécules protéiques de la matière vivante sont également unies entre elles d'une manière instable et réversiblement variable. Ainsi la thixotropie du cytoplasme, transformation réversible et partielle du plasmagel en plasmasol, s'explique par des modifications des forces qui relient les macromolécules entre elles.

Il semble bien que les liaisons entre macromolécules et les liaisons entre ces dernières et l'eau varient sous l'action des mêmes causes. Ainsi la coagulation du cytoplasme, qui accroît irréversiblement les forces de liaisons entre les macromolécules, supprime simultanément les liaisons entre les macromolécules et l'eau. On sait en outre que les facteurs qui stabilisent les liaisons entre les macromolécules du cytoplasme, c'est-à-dire abolissent la thixotropie, suppriment également la cyclose. Celle-ci semble donc liée aux facultés thixotropiques du cytoplasme. Or, nous avons constaté qu'une simple pénétration d'eau libre, à travers le cytoplasme, produit semblablement l'arrêt de la cyclose. On voit ainsi que les propriétés thixotropiques sont en étroite corrélation avec l'état physicochimique de l'eau dans la substance vivante.

LES EFFETS DE L'EAU SUR LES CELLULES DE LA RACINE DE *Cichorium intybus* [5, 9]

Les préparations mitochondriales obtenues avec des parenchymes de la racine tubérisée de *Cichorium intybus L.* montrent de grandes cellules dont le chondriome est d'aspect banal (fig. 1). Si, par contre, on traite de même des fragments de

tubercules préalablement immergés dans l'eau pendant 3 à 12 heures, on y trouve un chondriome tout à fait différent et fort curieux. Au lieu de chondriosomes en grains ou en courts filaments, on voit de grands filaments flexueux, ramifiés, pouvant être associés à des éléments fortement vésiculisés (fig. 2). L'analyse de ces figures suggère que les chondriosomes habituels se sont associés, pendant l'immersion, par confluence de leurs extrémités. Ces grands appareils rameux se montrent en effet fort hétérogènes, et certaines préparations permettent de saisir des alignements trop nombreux pour être fortuits et qui préludent manifestement à ces confluences.

Malgré ces transformations considérables, les cellules peuvent très bien continuer à vivre. En effet, si l'on utilise comme explants, pour réaliser des cultures de tissus, des fragments ainsi traités, on constate que les fragments prolifèrent *in vitro*. De plus, dans les premiers jours de la culture, les grands chondriosomes se démembrent et les cellules reprennent, en grande majorité, une structure normale (fig. 3) [10].

Les modifications observées sont donc réversibles. Pour les interpréter, les préparations fixées et colorées furent toutefois insuffisantes, et nous n'avons pu nous les expliquer que grâce au secours de l'observation et de l'expérimentation sur des cellules vivantes. Cette expérimentation fut facilitée par les étonnantes facultés d'adaptation que possèdent les cellules parenchymateuses de la racine de *Cichorium intybus L.*

Des coupes à main levée faites dans ces tissus, montées dans le liquide de Ringer, renferment, à côté de nombreuses cellules mortes par suite du traumatisme, des cellules, apparemment indemnes, qui se prêtent à l'observation vitale de leurs constituants. Entretenant le milieu de montage avec de l'eau distillée, nous avons pu conserver de telles préparations et suivre les transformations des constituants cellulaires, dans une même cellule vivante, pendant des durées allant jusqu'à deux semaines [7].

Il y a mieux, nous avons constaté que si l'on remplace le liquide de Ringer par de l'eau distillée, pure, les cellules peuvent s'adapter à ce nouveau milieu et y survivre à peu près le même temps que dans le liquide physiologique. Ainsi accoutumées à l'eau distillée, ces cellules constituent un matériel de choix pour l'étude d'actions pharmacologiques sur le protoplasme vivant. Mais, avant de parvenir à l'état d'équilibre, les cellules immergées dans l'eau pure présentent des altérations remarquables.

Lorsqu'on suit l'évolution des altérations cellulaires en laissant la coupe sous le microscope éclairé, on réalise une excitation qui maintient une cyclose active. Dans ce cas, les chondriosomes restent à l'état de courts éléments, entraînés par la cyclose. Beaucoup se divisent par un ou plusieurs étranglements et ils prennent un aspect de chaînette, formée de plusieurs petits granules en série linéaire (fig. 4). Peu après, les chondriosomes s'hypertrophient et deviennent moins réfringents; ils sont alors plus plastiques, plus déformables dans le cytoplasme, au contact duquel ils semblent montrer une tension superficielle diminuée. Beaucoup se vésiculisent, et c'est l'altération classique décrite sous le nom de «cavulation». Mais la cavulation a été considérée par les auteurs comme un signe de la mort prochaine de la cellule, donc une altération irréversible.

Dans le cas présent, nous avons observé au contraire que, peu à peu, le chondriome redevient normal. La cellule retrouve un état d'équilibre avec le nouveau milieu, l'eau pure, et reprend sa structure habituelle. Elle est alors accoutumée. On peut la conserver vivante pendant plusieurs jours. Au hasard des observations quotidiennes, on y remarque alors des mouvements de cyclose plus ou moins actifs, selon les excitations extérieures, et des chondriosomes plus ou moins longs. L'existence de chondriosomes longs s'observe généralement tandis que la cyclose est arrêtée [8].

Il est toutefois difficile d'obtenir ainsi, sous le microscope, que la cyclose s'arrête, mais on peut obtenir autrement un arrêt prolongé de la cyclose. Il suffit d'immerger dans l'eau pure des fragments épais de tissus, et de pratiquer les coupes après quelques heures d'immersion. Lorsqu'on réussit la préparation assez rapidement, on peut alors observer sur le vivant de grands appareils constitués par l'association linéaire de nombreux chondriosomes, semblables à ceux que montrent les préparations fixées et colorées.

Ces appareils se trouvent dans des cellules à cyclose inexistante, mais l'excitation, due à la confection de la coupe et à l'éclairage du microscope, se manifeste sans tarder: la cyclose reprend et s'accélère: on peut alors observer le démembrement de ces grands appareils ramifiés en leurs éléments constitutifs, c'est-à-dire en chondriosomes de dimensions communes.

Ces derniers eux-mêmes se morcellent en prenant l'aspect de chaînettes dont nous venons de parler, et se transforment en petits granules.

FIGURE 1 – *Cellule de parenchyme libérien de* Cichorium intybus *traitée par la technique de Regaud et montrant les chondriosomes.*

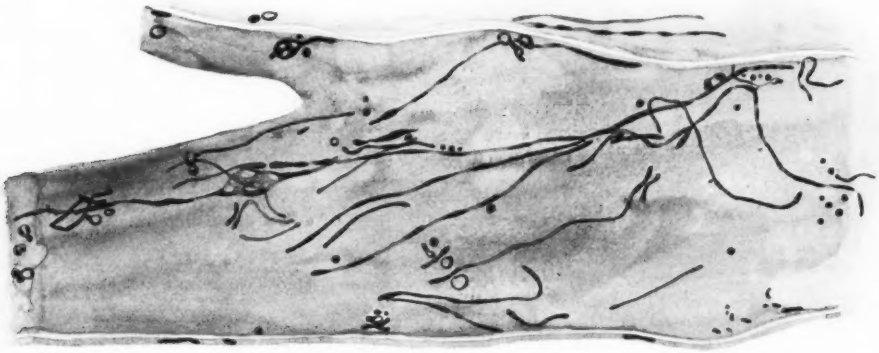


FIGURE 2 – *Cellule de ce même parenchyme, fixée après immersion de fragments de tubercules dans de l'eau. Groupement de la plupart des chondriosomes en longs filaments hétérogènes, certains vésiculisés.*

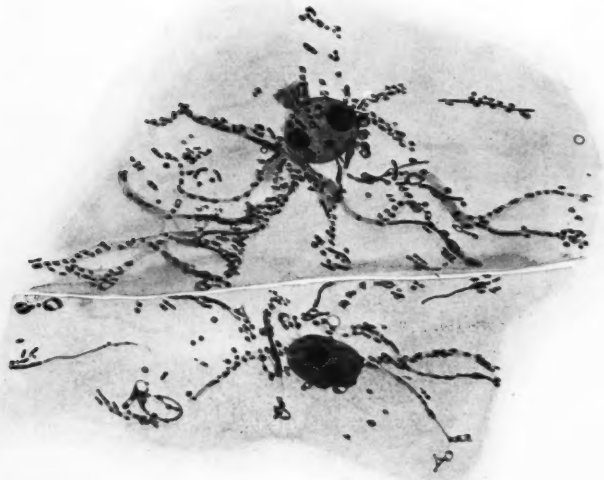


FIGURE 3 – *Restauration du chondriome, dans un fragment placé sur milieu de culture* in vitro. *Par condensation, et séparation en granules, des longs filaments résultent de l'action de l'eau.*

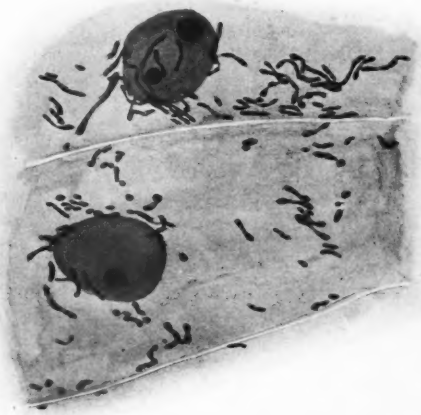


FIGURE 4 – *Granulisation des chondriosomes par accélération de la cyclose.*

FIGURE 5 – *Cellules motrices des feuilles de* Mimosa pudica (*dans un renflement de pétiole secondaire*). *Fixation après anesthésie légère, empêchant l'excitation: chondriosomes très fins.*

FIGURE 6 – *Cellules correspondantes, fixées après une excitation mécanique de la feuille: chondriosomes hypertrophiés, granulisés, et en partie vésiculisés.*

Sur des coupes faites à l'avance, bien que ce soit plus difficile, on peut aussi obtenir des grands chondriosomes. Il faut, pour cela, abandonner les préparations plusieurs jours à température constante et à l'obscurité ou à une lumière diffuse. Dans de telles préparations, replacées sous le microscope, on peut alors observer comme précédemment la dislocation des grands chondriosomes sous l'effet de la cyclose renaissante [9].

En somme l'immersion dans l'eau de fragments épais de parenchymes de *Cichorium intybus* produit, entre autres effets, un arrêt prolongé de la cyclose et une imbibition des chondriosomes, ce qui permet à ces derniers de se réunir en files plus ou moins ramifiées et de constituer de grands ensembles hétérogènes. Normalement, la cyclose empêche la formation de ces appareils, et disperse d'autant plus les chondriosomes qu'elle est plus active.

ACTION DE QUELQUES SUBSTANCES TOXIQUES

Si des cellules de *Cichorium intybus* accoutumées à survivre dans l'eau distillée, sont ensuite placées, toutes conditions égales d'ailleurs, dans une solution aqueuse d'un produit quelconque, les troubles éventuels de leur chondriome proviendront évidemment de la substance nouvelle du milieu. Cette technique nous a permis d'étudier l'action de quelques produits réputés toxiques, sur la cellule vivante (sulfate de cuivre, acide acétique, benzène, chloroforme, etc.) [11]. Dans tous les cas où le cytoplasme est altéré par ces substances, ce qui se voit à l'arrêt de la cyclose, à l'apparition de mouvements browniens et de structures spumeuses, locales ou étendues, les chondriosomes présentent simultanément des altérations, qui sont toujours sensiblement les mêmes: elles ressemblent à celles que provoque l'eau pure et consistent essentiellement en hypertrophie, granulisation et vésiculisation. Là encore, il semble donc bien que les altérations des chondriosomes soient une conséquence de l'apparition d'eau libre dans le cytoplasme, cette eau provenant ici, vraisemblablement, du cytoplasme lui-même, dont l'hydrophilie est diminuée par les substances toxiques.

LES EFFETS CYTOLOGIQUES DU FROID

Un facteur physique, le froid, va nous montrer des phénomènes analogues.

Matruchot et Molliard [17] ont montré que le gel produit, sur les cellules végétales, un effet comparable à la dessiccation car il provoque un départ d'eau du protoplasme.

Les recherches récentes de Genevès [13, 14] ont confirmé ce départ d'eau, qui peut envahir les méats des tissus étudiés, et nous ont fait connaître les altérations cytologiques simultanées. Là encore, l'apparition d'eau libre dans le cytoplasme, résultant de l'abaissement de température, provoque l'hypertrophie et la vésiculisation des chondriosomes. L'auteur a distingué des altérations profondes, irréversibles, et des altérations réversibles, soit que les cellules recouvrent, à basse température, une structure normale, soit que, remises à la température ambiante, elles se restaurent après avoir subi, au cours du rechauffement, un surcroît d'altération.

Ainsi, à côté de modifications morbides, irréversibles, les chondriosomes peuvent être amenés expérimentalement à modifier réversiblement leurs caractères de forme ou de colorabilité, par les changements de liaisons de l'eau et du cytoplasme, sans que la cellule meure.

LE CHONDRIOME DES ORGANES MOTEURS DE *Mimosa pudica L*

Les feuilles de *Mimosa pudica L* [6] possèdent 3 systèmes de renflement moteurs, sensibles aux excitations mécaniques, même légères. Le fonctionnement de ces renflements moteurs a été expliqué par des mouvements de l'eau des cellules motrices, qui peut quitter le cytoplasme ou y revenir, en provoquant des variations de rigidité du tissu sensible. Cette interprétation devait nous conduire à étudier le comportement du chondriome au cours de ces mouvements. Nous avons pu constater, effectivement, que les chondriosomes, petits et grêles à l'état de repos, sont hypertrophiés et partiellement vésiculisés dans les cellules excitées, (fig. 5 et 6). Ceci suggère, à la lumière des faits précédents, que l'excitation fait apparaître de l'eau libre dans le cytoplasme.

LE DÉTERMINISME DE LA FORME DES CHONDRIOSOMES

Cette étude expérimentale nous a amenés à reconnaître par la suite que les chondriosomes sont essentiellement des organites hétérogènes, constitués par l'association linéaire de particules élémentaires, granuleuses, homologues des «grana» décrits dans les plastes [1–3, 15, 16]. Les granules forment, à l'état isolé, des mitochondries, mais ils peuvent se réunir en chondriocontes et, inversement, ceux-ci peuvent égrener des mitochondries.

Nous sommes amenés à rapprocher ces faits des notions classiques sur l'évolution des chondriosomes au cours de la différenciation. Petits et granuleux dans les cellules méristématiques, très actives, ils sont souvent allongés et filamenteux dans les cellules différenciées, lorsqu'elles sont frappées de sénilité. Il est probable que les longs chondriocontes des cellules âgées ne résultent pas de l'allongement des chondriosomes des cellules jeunes comme on l'a souvent dit, mais de l'association linéaire de plusieurs d'entre eux. Il paraît plus exact de dire que, dans les cellules actives, à cyclose intense, le chondriome est généralement dispersé en menus éléments, tandis que dans les cellules à cyclose ralentie, telles que les cellules âgées, sénescentes, la tendance naturelle des chondriosomes à confluer n'est plus contrariée, d'où les longs chondriocontes que présentent souvent les cellules dégénérescentes.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BEAUVERIE, J. *Ann. Sci. nat.*, A, 10e série, **19**, 7, 1937.
[2] *Idem. Rev. gén. Bot.*, **49**, 469, 1937.
[3] *Idem. Rev. Cytol., Paris*, **4**, 65, 80, 1938.
[4] BUVAT, R. *Ibid.*, **2**, 299, 1937.
[5] *Idem. C.R. Acad. Sci., Paris*, **222**, 1187, 1946.
[6] *Idem. Ibid.*, **223**, 1017, 1946.
[7] *Idem. Ibid.*, **224**, 359, 1947.
[8] *Idem. Ibid.*, **224**, 668, 1947.
[9] *Idem. Rev. Cytol., Paris*, **10**, 6, 1948.
[10] *Idem. Ibid.*, **10**, 53, 1948.
[11] BUVAT, R. et TUCHMANN-DUPLESSIS, H. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **224**, 1377, 1947.
[12] FREY-WISSLING, A. «Submicroscopic Morphology of Protoplasm and its Derivatives». Elsevier Publishing Company Inc., New York, Amsterdam. 1948.
[13] GENEVÈS, L. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **232**, 1132, 1951.
[14] *Idem. Ibid.*, **232**, 1436, 1951; **234**, 358, 2304, 1952.
[15] HEITZ, E. *Ber. dtsch. bot. Ges.*, **54**, 362, 1936.
[16] *Idem. Planta*, **25**, 134, 1936.
[17] MATRUCHOT, L. et MOLLIARD, M. *Rev. gén. Bot.*, **14**, 401, 463, 522, 1902.
[18] MIRANDE, M. *C.R. Acad. Sci., Paris*, **176**, 327, 596, 769, 1923.
[19] MIRATON, «Recherches morphologiques sur le bulbe de Lis blanc». Thèse Pharmacie, Montpellier. 1925.
[20] REILHES, R. *C.R. Soc. Biol., Paris*, **113**, 993, 1933.
[21] *Idem. Rev. Cytol., Paris*, **2**, 98, 1936.

Polysaccharides bactériens

M. STACEY

Les polysaccharides bactériens sont des macromolécules, présentes sous forme d'élément constitutif dans le cytoplasme et de capsule protectrice sur la surface de la cellule. On a extrait des capsules cellulaires de pneumocoque plusieurs polysaccharides solubles et spécifiques, qui peuvent être utilisés comme immunsérums. Suit une liste de polysaccharides isolés à partir de bactéries provoquant diverses maladies humaines, et une étude de leurs propriétés immunologiques. Ceux extraits des bactéries non-pathogènes, notamment les dextranes, servent de substituts du plasma sanguin et d'anticoagulants.

Au cours de leur cycle vital, toutes les bactéries produisent des quantités relativement grandes de polysaccharides [1]. Ces macromolécules naturelles se trouvent dans le cytoplasme cellulaire fonctionnant comme matériel de constitution ou stockées comme nourriture ou réserve d'énergie; on peut aussi les trouver à la surface cellulaire sous forme d'une couche visqueuse que les bactériologistes appellent capsule. Cette capsule varie en épaisseur suivant les différentes conditions de croissance et suivant les différents organismes. Fréquemment elle se sépare de la surface cellulaire et ses composants peuvent se dissoudre dans la solution où croissent les cellules. Les bactériologistes se représentent [2] les cellules comme les montre schématiquement la figure 3.

Quand les bactéries sont cultivées en colonies, on peut mettre nettement en évidence le matériel capsulaire. Ainsi dans la figure 1 [3] on peut voir une colonie d'une souche de streptocoques cultivée sur un milieu sucrose/agar dans des conditions optima; ces cultures peuvent donner de grandes quantités d'un fructosane par simple extraction à l'eau. La figure 2 montre la même souche de streptocoques cultivée sur un milieu privé de sucrose et de magnésium; on ne peut alors en retirer aucun fructosane et l'examen microscopique des cellules révèle qu'elles ne sont pas encapsulées. Chez les microorganismes pathogènes la capsule agit comme première ligne de défense de la cellule contre les attaques des phagocytes et paraît se combiner immédiatement avec les anticorps homologues. La formation de la capsule est très marquée dans les formes très virulentes. Chez les bactéries du sol encapsulées, telles certaines bactéries fixatrices d'azote, le matériel diffuse fréquemment autour de la cellule agissant probablement comme défense contre les protozoaires du sol.

Les bactéries peuvent aussi libérer des enzymes qui, dans des conditions favorables, peuvent synthétiser des polysaccharides extracellulaires. Pour

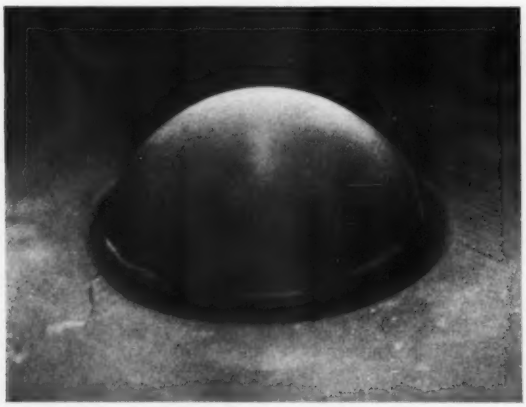


FIGURE 1 – *Souche de streptocoques cultivée sur milieu agar/sucrose dans les conditions optima. Les cellules forment de grandes quantités de fructosanes et des capsules. (Reproduit grâce à l'amabilité de la Royal Society.)*

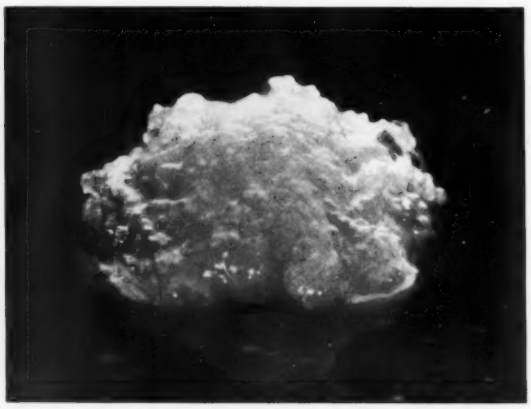


FIGURE 2 – *La même souche de streptocoques cultivée sur un milieu privé de sucrose et de magnésium. Les cellules ne sont pas encapsulées et ne forment aucun fructosane. (Reproduit grâce à l'amabilité de la Royal Society.)*

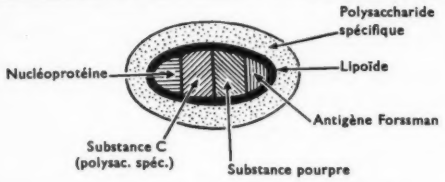


FIGURE 3 – *Diagramme de la constitution d'une cellule bactérienne et de sa capsule. (Reproduit grâce à l'amabilité de Charles C. Thomas.)*

ce qui est de la formation des polysaccharides il existe certains chevauchements entre cellules animales, végétales ou microbiennes. Ainsi les bactéries, les animaux et quelques plantes produisent tous du glycogène, tandis que les bactéries et les plantes produisent de la cellulose, de l'amidon, de l'acide hyaluronique etc. Les recherches sur les caractéristiques fondamentales des polysaccharides bactériens ont entraîné d'importantes applications médicales. Une des acquisitions les plus intéressantes concerne les polysaccharides antigéniques du pneumocoque, agent de la pneumonie.

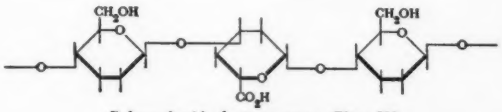
Avant 1917, aucun des constituants chimiques du pneumocoque n'avait été examiné. Cette année-là, Dochez et Avery [4] de l'Institut Rockefeller découvraient certaines substances solubles dans le sang et l'urine de patients souffrant de pneumonie et montraient que l'on trouve aussi ces substances dans les cultures filtrées de pneumocoques et dans le sang des animaux expérimentalement infectés. En solution très diluée (par exemple 1 pour un million) ces substances donnent un précipité spécifique avec l'immunsérum provenant d'animaux infectés avec le même type de pneumocoque. On démontra promptement qu'un grand nombre de types de pneumocoques peuvent causer la pneumonie et que chacun de ces types injecté vivant ou mort chez l'animal peut engendrer des anticorps donnant des précipités très étroitement spécifiques, *in vitro*, avec les substances solubles homologues. On a aussi montré qu'il peut se produire des réactions plus faibles (réactions de précipitation croisée) avec les substances solubles de certains autres types et des bactéries correspondantes. Avery et Heidelberger découvrent que les substances solubles spécifiques (substances-S) sont des polysaccharides de la capsule du pneumocoque. Heidelberger et ses collègues se livrent alors à l'isolement et à l'étude des caractéristiques chimiques des polysaccharides spécifiques des pneumocoques type I, II, III, IV etc., et leurs données manifestent des différences remarquables dans la composition chimique et pour quelques propriétés physiques. On connaît maintenant plus de 70 types de pneumocoques chacun possédant un polysaccharide capsulaire de structure différente. Il existe de plus un polysaccharide spécifique de l'espèce, appelé polysaccharide C ou somatique, commun à tous les types.

Tous les polysaccharides spécifiques forment des solutions visqueuses dans l'eau et sont des macromolécules à très grand poids moléculaire; le tableau suivant en fournit quelques caractéristiques.

Poids moléculaire et rapport frictionnel des polysaccharides des pneumocoques déterminés par la méthode de l'ultracentrifugation [13]

Type	*Sédimentation*	*Diffusion*	*Poids moléculaire*	*Rapport frictionnel*	*Rapport axial*
I	6,5	2,00	171 000	3,2	60
II	7,2	0,75	504 000	6,0	200
III	4,3	1,60	141 000	4,3	110

Le rapport frictionnel élevé indique une macromolécule de forme cylindrique. L'architecture chimique du polysaccharide de type III a été déterminée avec une certaine précision par Goebel et ses collaborateurs [5] qui suggèrent la formule

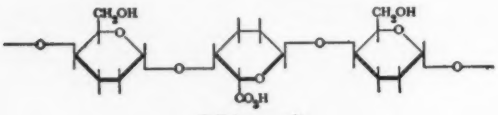


Polysaccharide de pneumocoque Type III

Le polysaccharide est constitué de résidus d'acide cellobiuronique liés, par le 3ᵉ atome de carbone de la partie acide glycuronique, au premier atome de l'unité glucose suivante, donnant ainsi une structure en longue chaîne où alternent des liaisons du type déjà rencontré dans la molécule de cellulose. Les acides cellobiuronique et glycuronique sont des types particuliers de sucres oxydés.

L'étude de la répétition d'unités disaccharides nous a fourni une relation remarquable entre la structure et la spécificité sérologique. Dans beaucoup de cas où il existe une relation croisée au sens sérologique, les différents polysaccharides possèdent des structures disaccharidiques étroitement liées. Ainsi le polysaccharide de type VIII est une autre variété d'acide cellobiuronique polymérisé. A l'aide de ces découvertes Heidelberger

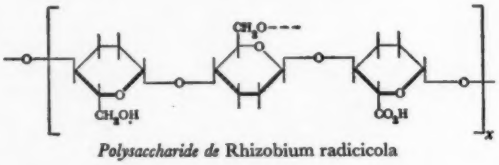
a pu faire la prédiction frappante que le produit de l'oxydation ménagée de la cellulose



Cellulose oxydée

doit donner une réaction croisée avec les sérums antipneumocoques types III et VIII.

Les polysaccharides capsulaires



Polysaccharide de Rhizobium radicicola

des organismes non-pathogènes, fixateurs d'azote, comme *Rhizobium radicicola* et *Azotobacter chroöcoccum* donnent des réactions croisées avec les antisérums de certains types de pneumocoques et possèdent aussi des résidus glucose-glycuronique comme unités constituantes. De même un polysaccharide tiré de la gomme arabique ayant une structure rappelant celle du polysaccharide de type III donne une réaction croisée avec le sérum antipneumocoque correspondant.

Nous avons récemment montré que le polysaccharide spécifique du type II contient des unités de construction composées de rhamnose, de glucose et d'acide glycuronique, le plan de répétition

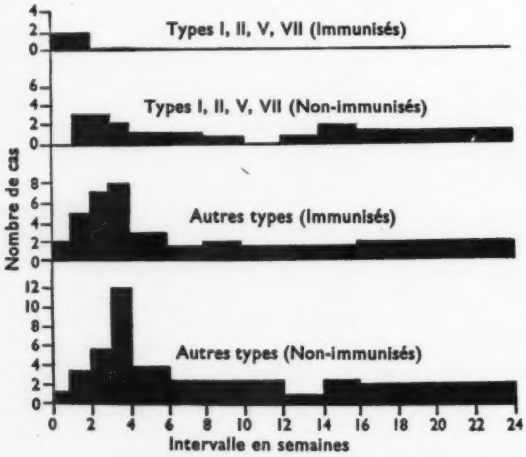
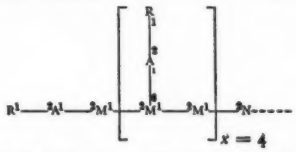


FIGURE 4 – *Effet immunisant des polysaccharides dérivés de pneumocoques de types variés. On peut notablement diminuer le nombre de cas de pneumonie en combinant de nombreux types. (D'après Heidelberger.)*

de la macromolécule étant du type chaîne ramifiée. Les unités glucose forment les points principaux de ramification, les liaisons se faisant par les atomes de carbone 1, 4 et 6. Cette découverte peut revêtir une grande importance puisque certains des polysaccharides dextranes mentionnés ci-dessous et utilisés comme substituts du plasma sanguin donnent des réactions croisées avec les sérums antipneumocoques types II et XX. Dans une des dextranes, le glucose forme un point de ramification identique à celui du polysaccharide de type II. Heidelberger et ses collaborateurs ont montré par un grand nombre d'essais [6] (figure 4) que les polysaccharides des pneumocoques peuvent être utilisés comme vaccins prophylactiques et qu'on peut abaisser notablement la fréquence de la pneumonie en combinant un certain nombre de types.

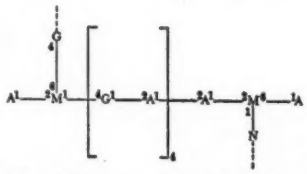
Avery et ses collaborateurs ont récemment démontré que la transformation d'un type de pneumocoque en un autre peut s'effectuer *in vitro* [7]. Ainsi, les cellules de type II cultivées dans des conditions où elles donnent une forme rugueuse R non-encapsulée ont été traitées avec une certaine fraction extraite de formes encapsulées lisses S (*smooth*) de type III. Le type II R est alors transformé en un type III S, avec toutes les caractéristiques héréditaires de ce dernier. On a montré que le principe transformant est un acide désoxypentosenucléique et il semble que la combinaison de ce dernier avec une protéine à la surface de la forme R type II donne un enzyme qui synthétise un polysaccharide de type III. La faculté de produire cet enzyme particulier est transmis aux cellules filles et cette découverte constitue donc un cas authentique de mutation spécifique causée par une substance chimique.

Il existe une réaction immunologique inhabituelle entre les polysaccharides capsulaires du pneumocoque type XIV et certains composants de la surface des globules rouges du sang humain. L'injection de ce polysaccharide au cheval produit un antisérum qui provoque l'agglutination des globules rouges dans les quatre principaux groupes sanguins. Certaines réactions fatales observées il y a déjà quelques années à la suite de l'emploi de sérums antipneumocoque type XIV paraissent dues à une réaction croisée anormale avec les érythrocytes. Le polysaccharide type XIV contient des unités de N-acétyl glucosamine et de galactose, et il est remarquable que des substances ayant les propriétés des facteurs de groupes sanguins, extraites d'érythrocytes et de tissus variés soient des polysaccharides contenant de la



R *représente le L-rhamnopyranose.* M *représente le D-mannopyranose.*
A *représente le D-arabofuranose.* N *représente un amino-hexose.*
(*Les chiffres représentent les points d'attache.*)

FIGURE 5 – *Polysaccharide somatique de* M. Tuberculosis.



A *représente le D-arabofuranose.* M *représente le D-mannopyranose.*
G *représente le D-galactopyranose.* N *représente la D-glucosamine.*

FIGURE 6 – *Polysaccharide lié aux lipides de* M. Tuberculosis.

N-acétyl glucosamine, du galactose et du fructose. L'hydrolyse acide ménagée d'un facteur du groupe sanguin A élimine des résidus fucose à partir des bouts de chaîne des macromolécules et diminue l'activité de groupe sanguin, mais par contre accroît considérablement la réactivité croisée avec l'antisérum type XIV.

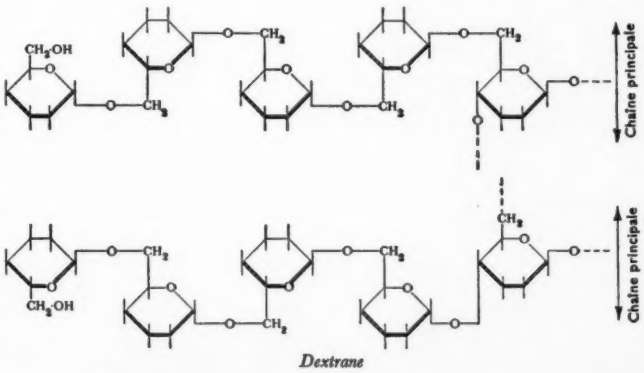
Du point de vue de l'immunisation, les polysaccharides les plus importants se trouvent dans les antigènes de certaines bactéries Gram-négatives telles que les *Salmonellae* qui provoquent des empoisonnements alimentaires, la dysenterie, la fièvre typhoïde etc. [8, 9]. Raistrick et Topley ont détruit les cellules bactériennes par digestion trypsique et libéré le polysaccharide en solution aqueuse. Boivin et Mesrobeanu ont obtenu le même effet par traitement à l'acide trichloracétique. L'agent immunisant de chaque espèce bactérienne est composé d'un polysaccharide lié à des phospholipides et des acides aminés. Des études approfondies ont été effectuées sur *Bacterium shiga* [10] qui provoque la dysenterie. La structure chimique de ce type de polysaccharide bactérien reste à étudier mais l'on sait que des N-acétyl hexosamines, le galactose et parfois le mannose et le rhamnose sont les constituants importants des macromolécules.

Un grand nombre de polysaccharides ont été isolés en grande quantité à partir des Mycobactéries, parmi lesquelles se trouvent les agents de la tuberculose, de la lèpre et d'autres maladies. Ces polysaccharides montrent fréquemment des réactions sérologiquement spécifiques avec les antisérums, mais ils paraissent ne posséder aucun pouvoir pour immuniser les animaux contre l'infection. De plus, des différences dans la composition chimique et la structure ne provoquent pas de changements marqués dans la spécificité.

Quelques souches de *Mycobacterium tuberculosis hominis*, agent de la tuberculose humaine, produisent un glycogène impossible à distinguer des glycogènes des tissus animaux, de la levure ou d'autres microorganismes. Un polysaccharide étroitement relié au glycogène se trouve dans le milieu liquide des cultures de *M. tuberculosis*. Il contient seulement des unités glucose, et se trouve étroitement lié à une substance grasse. On a examiné avec quelque détail deux polysaccharides tirés des cellules bactériennes, l'une du matériel cireux de surface, l'autre de la région somatique. Les figures 5 et 6 [11] montrent le schéma général de leur structure moléculaire. Ce sont des systèmes très complexes à chaîne ramifiée. Une de leurs caractéristiques importantes est de comporter un pentose, le *D*-arabinose, trouvé ici pour la première fois dans la nature sous forme d'un cycle à cinq atomes (furanose). On a de bonnes raisons de penser que les formes très virulentes de *M. tuberculosis* possèdent une couche visqueuse de substances contenant des polysaccharides et des lipides. Le type I du méningocoque, agent de la méningite humaine contient un polysaccharide qui est un agent immunisant faible, mais remarquable par sa grande quantité de phosphore.

POLYSACCHARIDES DES BACTÉRIES NON PATHOGÈNES

Les vases des eaux stagnantes, les matières végétales en putréfaction nous sont familières; ce sont souvent les produits de l'action microbienne.



Dextrane

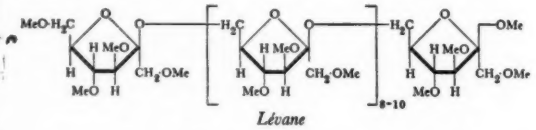
Le premier polysaccharide bactérien caractérisé est probablement la substance appelée dextrane [12]. Ce nom est maintenant appliqué à un groupe de polyglucoses produits à partir du sucre de canne ou de betterave par des espèces variées de *Leuconostoc*, voisins des streptocoques; ils provoquent les vases ou les déchets visqueux qui, souvent, sont sources de dommages dans les raffineries de sucre.

Les dextranes sont des macromolécules hydrosolubles ayant une grande activité optique: $[\alpha]_D \simeq +200°$. L'attention s'est portée sur elles durant ces dernières années depuis que l'on sait en tirer un produit de dégradation qui, à 6% dans une solution saline physiologique, peut être utilisé comme substitut du plasma sanguin. La caractéristique principale des dextranes est le fait qu'elles possèdent une forte proportion de liaisons glucosidiques 1 : 6α. Leurs poids moléculaires sont de l'ordre d'un million ou plus et leur chaîne moléculaire peut être droite ou ramifiée.

Le substitut du plasma sanguin est fabriqué en dégradant la macromolécule par hydrolyse acide, sous l'action d'enzymes ou par les ultrasons. On en retire ainsi une fraction ayant un poids moléculaire de l'ordre de 70 000–90 000. Cette fraction présente une pression osmotique, une densité et une viscosité convenables pour l'injection à des patients ayant besoin d'un remplacement de sang après hémorragie.

La dextrane dégradée n'est pas immunisante et elle est très bien tolérée par le corps humain dont elle disparaît complètement en peu de jours. La préparation utilisée de plus en plus en Angleterre est synthétisée par la souche «Birmingham» de *Leuconostoc mesenteroides*; elle possède une structure très ramifiée comportant des liaisons glucosidiques 1 : 6α avec des liaisons croisées 1 : 3. On a isolé un système enzymatique fabriquant les dextranes *in vitro* qui paraît contenir à la fois des enzymes formateurs de la chaîne et ramificateurs de cette chaîne.

Quelques souches de streptocoques non-pathogènes, cultivées sur sucre rejettent du glucose et transforment la moitié du fructose en un polyfructose appelé lévane. Beaucoup de ces lévanes ont été étudiées avec soin, on y trouve le même type de molécule, avec des liaisons aux atomes de carbone 1 et 2.



Lévane

Beaucoup de lévanes sont formées par des bactéries pathogènes de plantes, par exemple *Bacillus pruni*, mais on ne comprend pas encore leur signification possible dans les processus de la maladie végétale. Les organismes provoquant des sortes de tumeurs des plantes, tels que *Phytomonas* ssp. (agents de la galle en couronne) produisent un polyglucose inhabituel quand on les cultive sur sucre de canne. Les bactéries des sols peuvent produire des polysaccharides visqueux tels que dextranes et lévanes et ceux-ci jouent un rôle important dans la formation des aggrégats et la conservation de l'humidité des sols.

Dans des domaines variés, les polysaccharides bactériens sont susceptibles d'acquérir une grande importance. Ainsi on a beaucoup étudié un polysaccharide produit par *Sarcina marcescens* parce qu'il produit la régression de certaines tumeurs. Il semble que les polysaccharides aient un effet profond sur les noyaux de certaines cellules tumorales.

BIBLIOGRAPHIE

[1] STACEY, M. *J. chem. Soc.*, 853, 1947.
EVANS, T. et HIBBERT, H. *Advanc. Carbohyd. Chem.*, **3**, 204, 1946.
BURGER, M. «Bacterial Polysaccharides». C. C. Thomas, Springfield, 1950.

[2] GAY, F. «Agents of Disease of Host Resistance». C. C. Thomas, Springfield, 1935.

[3] HAWORTH, W. N. *Proc. roy. Soc.* A, 186, 1946.

[4] Voir la bibliographie dans WHITE, B. «The Biology of the Pneumococcus». Commonwealth Fund, New York. 1938.

[5] REEVES, R. E. et GOEBEL, W. F. *J. biol. Chem.*, **139**, 511, 1941.

[6] HEIDELBERGER, M. et ANDERSON, D. G. *J. clin. Invest.*, **607**, 23, 1944.
HEIDELBERGER, M. *et al.* *J. exp. Med.*, **82**, 445, 1945.

[7] AVERY, O. T., MACLEOD, C. M. et MCCARTY, M. *Ibid.*, **79**, 137, 1944.

[8] RAISTRICK, H. R. et TOPLEY, W. W. C. *Brit. J. exp. Path.*, **15**, 113, 1934.

[9] BOIVIN, A. et MESROBEANU, L. *C.R. Soc. Biol., Paris*, **115**, 304, 1935.

[10] MORGAN, W. T. J. et PARTRIDGE, S. M. *Biochem. J.*, **34**, 169, 1940; **35**, 1140, 1941; *Brit. J. exp. Path.*, **21**, 180, 1940.

[11] STACEY, M. et KENT, P. W. *Advanc. Carbohyd. Chem.*, **3**, 311, 1948.

[12] STACEY, M. et RICKETTS, C. R. *Fortschr. Chem. org. Naturst.*, **8**, 28, 1951.

[13] RECORD, B. R. et STACEY, M. *J. chem. Soc.*, 1561, 1948.

Pharmacologie des produits chimiques dans les denrées alimentaires

A. C. FRAZER

Les substances chimiques rencontrées dans les denrées alimentaires sont parfois des adultérants, mais le plus souvent y ont été introduites à des fins de conservation et d'amélioration. L'auteur examine ici le danger que peuvent comporter ces additifs pour le consommateur, suggère des niveaux de dosage acceptables, compte tenu de leur toxicité et donne un aperçu du mode d'action et des propriétés toxiques des agents d'amélioration du pain ou de la farine.

LES PRODUITS CHIMIQUES DANS L'ALIMENTATION

Les produits chimiques qu'on rencontre dans les aliments sont soit des adultérants, qui les contaminent de façon accidentelle, soit des produits additifs que l'on introduit délibérément dans un but pratique. Les adultérants comprennent une variété de substances susceptibles de provoquer des empoisonnements; notons ainsi les insecticides dont on asperge les fruits et légumes, les détergents qui servent à nettoyer les récipients employés dans l'alimentation, les graisses dont on enduit les plats à cuire et les lubrifiants de machines. Il est clair que la toxicité possible de ces substances doit être déterminée et qu'on doit fixer et imposer des marges de sécurité [1]. Les produits additifs, par contre, auxquels nous avons consacré cet article, présentent un problème assez différent. Ce sont essentiellement des produits non-toxiques destinés à conserver ou à accentuer certaines propriétés avantageuses des aliments. En effet, peu d'aliments se consomment à l'état naturel; en général une préparation quelconque est nécessaire, et à l'échelle industrielle le traitement chimique est sans doute le moyen le plus efficace d'obtenir une denrée uniforme et satisfaisante. La farine, par exemple, provient couramment de sources fort diverses, et chaque sorte a sa composition et ses qualités propres. Il est bon, cependant, que la farine destinée à faire du pain ait des propriétés aussi constantes que possible, ou tout au moins des qualités prévisibles. Ce but est atteint dans les meuneries par les mélanges et les traitements appropriés. La farine acquiert certaines de ces propriétés en vieillissant, mais l'emmagasinage de la farine, ne serait-ce que pendant quelques semaines, présente un tel problème que ce traitement est impraticable. Heureusement on peut induire un effet semblable au vieillissement en traitant la farine avec certains produits chimiques: le trichlorure d'azote (agène), le bioxyde de chlore ou l'acide ascorbique. D'autre part, on peut encore améliorer le pain au cours de la cuisson en employant d'autres agents tels que le bromate de potassium, l'acide propionique et divers esters provenant de la combinaison d'alcools avec des acides gras. Grâce à ces produits le pain gagne une meilleure mie, il moisit moins vite et se conserve plus longtemps [2]. L'emploi de produits chimiques dans la préparation du pain a fait l'objet d'examens particulièrement attentifs, évidemment, vu l'importance du pain dans l'alimentation de l'homme, mais d'autres produits sont couramment employés dans bon nombre de denrées alimentaires. Ainsi, on parvient, dans une certaine mesure, à empêcher l'oxydation des graisses au moyen d'antioxydants [3], mais ceci n'est pas encore autorisé en Grande-Bretagne. L'industrie alimentaire emploie aussi des agents émulsifiants ou stabilisateurs, des agents sucrants et des colorants. L'emploi de produits additifs s'est fort répandu depuis vingt ans, et tout porte à croire que cette tendance va s'accentuer. On a d'ailleurs de bonnes raisons d'encourager l'extension de cette technique, puisqu'elle nous aide à tirer le meilleur parti de nos maigres ressources alimentaires.

LE RISQUE

L'introduction de produits chimiques naturels ou synthétiques dans les aliments présente toujours un danger pour le consommateur si l'on ignore leurs effets pharmacologiques dans le milieu alimentaire en question. Les produits chimiques synthétiques ne sont pas nécessairement plus dangereux que les autres; au contraire, la plupart des poisons les plus virulents ont une origine naturelle. Il n'est pas dit, d'ailleurs, que

certains produits qui ont servi à l'alimentation de l'homme depuis des siècles soient inoffensifs pour autant, car des millions de gens sont morts de causes inconnues pendant la même période. En fait, on sait de façon catégorique que certains aliments causent du tort à l'organisme. Certaines personnes ne tolèrent pas tel ou tel aliment particulier et il leur arrive de tomber gravement malades après en avoir pris même de faibles doses. Ainsi, on a prouvé récemment que l'absorption du gluten de farine est nuisible aux enfants affectés de la maladie cœliaque [4, 5]. Des différences de régime permettent d'expliquer au moins en partie les variations observées dans la fréquence de certaines maladies telles que la cirrhose du foie [6] et l'artériosclérose [7]. Ainsi nombre d'aliments naturels peuvent avoir des effets néfastes. Il faudra donc considérer l'alimentation de l'homme comme une partie de son environnement et comme un facteur décisif de la durée de son existence. Quand on envisage la question dans ce cadre plus large les problèmes posés par l'emploi de produits chimiques dans l'alimentation prennent leurs proportions exactes.

L'attention fut attirée sur ces problèmes par la découverte, faite par Mellanby [8], que la farine agénisée provoque la rage chez les chiens et des réactions toxiques similaires chez les lapins et les furets. La morale élémentaire qui s'impose est qu'on devra désormais examiner tout produit additif avec soin avant d'en faire un emploi généralisé. Les études de Mellanby ont prouvé que dans ce domaine on pouvait se fier aux expériences faites sur des animaux. Notons aussi qu'il a été prouvé que la farine agénisée n'a pas d'effet discernable sur l'homme [9, 10], et qu'il en est de même des autres produits additifs d'usage courant. Les déclarations alarmistes sur ce terrain sont donc dénuées de fondement. Les gens sensés estiment cependant, d'un commun accord, que les autorités responsables pour le maintien normal de la santé ont le devoir de surveiller tout risque possible, même le moindre. Il n'y a pas lieu de suggérer que tous les produits chimiques devraient être bannis de l'industrie alimentaire, même si cette mesure extrême constituait une solution pratique, car les problèmes posés par ces produits peuvent être résolus bien plus intelligemment.

LA GARANTIE

On peut évaluer les effets directs et indirects des produits additifs sur des systèmes biologiques en appliquant les méthodes pharmacologiques appropriées fondées sur une connaissance adéquate des propriétés biochimiques de la substance à l'essai, en tenant compte des facteurs diététiques en jeu [11]. La substance sera caractérisée du point de vue chimique et son degré de pureté sera spécifié. On devra peut-être publier un ouvrage semblable au Codex, contenant les spécifications des produits additifs acceptables, pour assurer que les produits chimiques employés dans l'alimentation soient bien les mêmes que ceux qui ont été essayés et approuvés. Il se peut que les propriétés chimiques et physiques indiquent clairement certains effets toxiques probables, mais ce point ne présente qu'un intérêt académique puisque tout effet prévisible ou non de la substance peut se déterminer par les méthodes pharmacologiques ordinaires. On devra rapporter toute réaction mesurable quantitativement au niveau effectif de dosage; la dose nécessaire pour produire un effet particulier quelconque chez 50% d'un groupe d'animaux sera représentée par la notation D.E. 50.

On ne saurait assez souligner combien il est important de relier les effets pharmacologiques au dosage. Au point de vue pharmacologique on peut distinguer, pour toute substance, quatre niveaux de dosage: ineffectif, effectif, toxique, fatal. Pour la plupart de nos médicaments ces niveaux en ce qui concerne l'homme sont entre eux dans les rapports de 1/10/100/1000. Ainsi, pour un adulte de 70 kg environ, la dose thérapeutique d'atropine est de l'ordre du milligramme; la dose toxique est de 10 mg, et la dose fatale de 100 mg. L'absorption de 0,1 mg par un adulte ne produira vraisemblablement pas d'effet visible. Des rapports similaires existent dans le cas de l'arsenic, dont la dose thérapeutique est de 5 mg environ, la dose toxique de 50 mg et la dose fatale probable de 500 mg. A 0,5 mg le niveau de dosage est ineffectif; c'est d'ailleurs l'ordre de dosage qui peut être atteint par l'ingestion d'aliments dans les limites tolérées pour l'arsenic. Le dosage est directement proportionnel au poids de l'individu.

Ces rapports de dose à effet sont essentiels tant pour l'élaboration des plans d'études pharmacologiques que pour l'interprétation des résultats. Dans l'étude des agents thérapeutiques on doit définir le niveau effectif, tandis que pour les agents additifs de l'alimentation il importe plutôt d'établir le niveau ineffectif de dosage et prévoir une bonne marge de sécurité. Il arrive que les agents additifs ne provoquent aucun effet visible chez les animaux de laboratoire, même si on leur en

administre des doses d'un gramme par kg de leur poids; les substances qui ont un niveau de dosage ineffectif de cet ordre sont dites non-toxiques. La consommation journalière du produit additif doit aussi entrer en ligne de compte quand on détermine les niveaux de dosage. On pourrait appeler cette quantité la dose normale de régime, et toute variation probable des quantités employées devrait y être prévue. Reste la question de savoir à quel niveau les essais d'alimentation doivent être effectués. On s'est mis d'accord de façon plus ou moins arbitraire pour que les agents additifs soient essayés à divers niveaux de dosage allant jusqu'à cent fois la dose normale de régime. Par contre, on ne sait pas très bien comment il convient d'interpréter les résultats de ces essais; certaines autorités exigent que l'essai à cent fois la dose ne soit suivi d'aucun effet, tandis que d'autres ont même rejeté des substances conformes à ce critère rigoureux. Il y en a d'autres encore qui ont proposé le rejet de substances sur la foi de changements invisibles et impossibles à prouver qui ont peut-être eu lieu. Cette dernière attitude rend futile tout essai biologique. On parvient à interpréter de façon raisonnable les résultats obtenus en essayant une substance à dix ou cent fois la dose normale de régime, si l'on envisage la question sous l'angle de dose à effet. Si la substance ne produit pas d'effet à dix fois la dose, et pas d'effet marquant chez 50% des animaux expérimentaux à raison de 100 fois la dose, on doit accepter la dose normale de régime, puisqu'elle est certainement moindre que le 1/10ème de la dose ineffective et que le 1/100ème de la D.E. 50. Si la substance en question provoquait des effets marquants au décuple de la dose, ou chez plus de 50% des animaux au centuple de la dose, la question nutritive ou de goût mise à part, on devrait déterminer la valeur D.E. 50, et en déduire le niveau de tolérance. Ces divers rapports de dosage sont indiqués dans le tableau 1. Comme nous l'avons déjà dit, la plupart des agents additifs ne sont pas toxiques, et les dosages que l'on étudie habituellement ne dépassent pas le niveau effectif. Si l'on devait envisager des substances produisant un effet toxique ou fatal à raison de moins d'un gramme par kg de poids de l'animal, une étude détaillée des rapports de dose à effet de la substance en question s'imposerait.

On doit étudier les effets des agents additifs par des expériences à court et à long terme. On y parvient aisément en effectuant les expériences alimentaires au cours de plusieurs générations, et en examinant les effets au cours de l'existence d'un animal. S'il y a la moindre indication d'un effet cumulatif il faut déterminer la quantité maximum de la substance qui est éliminée en 24 heures. Cette donnée permet de calculer avec précision le niveau de dosage non cumulatif, à condition que les organes chargés de l'élimination ne soient pas endommagés par la substance, et que cette éventualité ait déjà été écartée par les essais de toxicité.

Pour finir, il faut répéter ces expériences pour plusieurs espèces de l'animal en question. La vraie spécificité d'espèce à l'égard des produits chimiques est peu commune, mais il peut y avoir des différences considérables de niveau de dosage effectif par rapport au poids de l'animal. Les

TABLEAU I

Rapports de dosages envisagés pour l'interprétation des essais toxiques

Niveau de dosage	*Résultat*	*Données quantatives requises*	*Rapports approximatifs des doses acceptables*	
Fatal	Mort	Dose fatale 50	10 000	
Toxique	Tissus endommagés de façon vérifiable	D.E. 50	1 000	
Effectif	Modification marquée de structure ou de fonction	D.E. 50	100	Gamme normale pour les agents additifs alimentaires
Ineffectif	Pas de modification marquée de structure ou de fonction	Pas de différences marquées par rapport aux contrôles	10	
Niveau de régime acceptable[1]	—	—	1	

[1] Ce niveau de régime acceptable s'exprime en mg par kg de poids de l'individu, et le chiffre réel doit être rapporté dans chaque cas à la dose normale de régime qui s'exprime en millièmes du régime total d'un homme de 70 kg.

résultats obtenus chez les animaux s'appliquent généralement à l'homme. Il est préférable, néanmoins, d'effectuer un essai sur l'homme après avoir établi la non-toxicité chez les animaux, afin d'exclure tout effet de spécificité d'espèce.

La toxicité indirecte peut se présenter dans deux cas. Dans le premier un produit chimique réagit avec un autre constituant de l'alimentation en donnant un agent toxique; dans le second la toxicité provient de l'altération de la valeur nutritive de l'aliment. Les méthodes employées pour établir la présence ou l'absence d'effets toxiques directs s'appliquent également à la formation d'une substance toxique, mais dans ce cas-ci la denrée alimentaire sera employée dans l'essai. On résoudra la question du dosage en étudiant le produit au niveau normal et à dix fois le niveau normal de traitement. Si l'on parvient à démontrer un effet toxique quelconque il faudra déterminer la nature précise de l'agent délétère et, si possible, mesurer la grandeur D.E. 50. Ceci a été fait, bien entendu, dans le cas de la farine agénisée, et l'on a trouvé que l'agent toxique est la sulphoximine de méthionine [12].

En dernier lieu, il est possible que les agents additifs altèrent la valeur nutritive des aliments. Les méthodes employées dans la préparation des aliments en modifient couramment les propriétés nutritives: l'effet de la cuisson, par exemple, est bien connu. La réduction d'un aliment quelconque du régime n'est pas nécessairement grave, puisque dans l'alimentation variée ordinaire les éléments nutritifs essentiels proviennent de sources fort diverses. De même on peut ignorer des réductions minimes de la valeur calorifique; le consommateur peut croire qu'il additionne minutieusement le nombre de calories de son régime, mais ce total n'a qu'un rapport fictif avec la valeur réelle des aliments, car le bilan calorifique dépend de la mesure dans laquelle les aliments sont absorbés, digérés et finalement modifiés par les organismes intestinaux. En général la ration calorifique est dictée par l'appétit et les besoins, mais, du fait de notre existence plutôt artificielle, elle est réglée aussi par l'expérience, par les données de la valeur nutritive des aliments et par l'indication de notre poids. Il est probable que le remplacement d'un aliment essentiel par un autre n'a pas d'importance non plus, puisque dans un régime ordinaire les éléments nutritifs essentiels se rencontrent dans la plupart des aliments. D'une façon générale, un régime varié offre le plus grand choix et aura donc le plus de chances de couvrir les besoins en aliments essentiels. On doit s'attendre à plus d'ennuis quand on dérange les éléments nutritifs d'un aliment unique, si cet aliment constitue la base principale du régime monotone et restreint des peuplades primitives ou de certains maniaques en matière de nourriture. Quoi qu'il en soit, il est préférable de connaître l'effet des produits additifs sur la valeur nutritive des régimes, même si cette question a peu d'importance. Tout effet prononcé se traduira par des courbes de croissance anormales au cours des recherches préconisées pour l'étude des facteurs toxiques. Quant aux aliments essentiels, des mesures directes avant et après traitement chimique donnent facilement des renseignements plus précis.

On conclura donc que l'étude biologique des produits additifs offre une protection suffisante contre les risques inhérents à toute procédure technologique nouvelle, à condition que la partie expérimentale soit convenablement exécutée d'après un plan bien établi. Le principe fondamental à suivre devrait inclure la mesure directe des facteurs connus par les méthodes chimiques et physiques appropriées, et l'essai biologique des facteurs inconnus. Dans toutes ces questions toxicologiques on doit tenir compte des rapports de dose à effet. L'efficacité de la protection émanant de ces diverses études augmente avec l'étendue des connaissances à notre disposition. C'est pour

TABLEAU II

	Niveau moyen de traitement en millionièmes	*Propriétés*	*Effet*	*Résidu*
Trichlorure d'azote ..	60	Gaz	Améliore et blanchit	Nul
Bioxyde de chlore ..	30	Gaz	Améliore et blanchit	Nul
Peroxyde de benzoyle	15	Solide	Blanchit	Benzoate
Bromate de potassium	20	Solide	Améliore	Bromure
Persulfate d'ammonium	160	Solide	Améliore	Sulfate

cette raison qu'on devrait encourager la recherche dans le cadre général des rapports unissant le régime, la nutrition et la santé.

AMÉLIORATION DE LA FARINE

Nous avons dit plus haut qu'on emploie diverses substances pour le traitement de la farine. Ce sont principalement des agents oxydants ou réducteurs dont l'action modifie les propriétés des protéines de la farine. Le tableau II en contient quelques membres représentatifs.

Comme on voit, les quantités en jeu sont minimes et le danger d'un effet toxique direct est négligeable, mais il existe nettement un danger d'intoxication indirecte, dû à la production des agents toxiques ou à l'altération de la valeur nutritive du pain. On a vu que le trichlorure d'azote produit la sulphoximine de méthionine, qui provoque la rage chez les chiens, les furets et les lapins [8]. La quantité absorbée par l'homme au cours de l'année est très réduite et n'atteint pas les limites de la dose ineffective. Il reste à voir, cependant, si la marge de sécurité est suffisante dans ce cas. Les autres membres de ce groupe ne produisent pas de sulphoximine et l'on n'a pu déceler la formation d'aucun autre agent toxique. Leur effet sur la valeur nutritive des aliments est négligeable. La somme de nos connaissances présentes indique que tous ces produits doivent être acceptables, sauf, peut-être, le trichlorure d'azote.

AMÉLIORATION DU PAIN

On peut aussi améliorer la qualité du pain; dans la boulangerie on emploie divers produits pour empêcher le pain de rassir et pour obtenir une meilleure mie. Nous en citerons trois: le monostéarate glycérique, le tartrate stéarique et le stéarate polyoxyéthylénique. Les doses normales journalières de régime proposées pour le pain sont, respectivement, de 7, 3 et 35 mg par kg de poids de l'individu. Sous l'angle de la toxicité indirecte, des expériences à long terme avec ces produits n'ont révélé aucun effet chez les rats; le dosage employé allait jusqu'à cent fois la dose normale de régime. Un dosage dix fois plus élevé que la dose normale n'a pas indiqué d'effet toxique indirect. On a essayé ces produits chez diverses espèces, y compris chez l'homme, et l'on n'a pas observé de différences spécifiques marquées. Aux doses en question la valeur nutritive du pain n'est pas altérée de façon appréciable. Tout indique donc que ces trois produits ne nuisent pas à la santé si on les prend aux doses envisagées.

Les produits chimiques employés dans la préparation du pain présentent le problème le plus ardu dans le domaine des agents additifs parce que le pain occupe une place si considérable dans l'alimentation et que tout le monde en mange. Ces problèmes soulevés par le pain sont presque entièrement résolus à présent.

BIBLIOGRAPHIE

[1] COPPOCK, J. B. M. *J. Sci. Fd Agric.*, **3**, 115, 1952.

[2] *Idem. Proc. R. Soc. Med.*, **45**, 677, 1952.

[3] TOLLENAAR, F. D. Centraal Inst. v. Voedingsonderzoek T.N.O., *Publ.* 148, Utrecht.

[4] WEYERS, H. A. et VAN DE KAMER, J. H. Centraal Inst. v. Voedingsonderzoek T.N.O., *Publ.* 113, Utrecht.

[5] ANDERSON, C. M., FRAZER, A. C., FRENCH, J. M., GERRARD, J. W., SAMMONS, H. G., et SMELLIE, J. M. *Lancet*, **262**, 836, 1952.

[6] HIMSWORTH, H. P. «The Liver and its Diseases». Blackwell, Oxford. 1947.

[7] KEYS, A. *Circulation*, **5**, 115, 1952.

[8] MELLANBY, E. *Brit. med. J.*, **ii**, 885, 1946; **ii**, 288, 1947.

[9] POLLOCK, G. H. *Appl. Physiol.*, **1**, 802, 1948.

[10] NEWELL, G. W., ERICKSON, T. C., GILSON, W. E., GERSHOFF, S. N., et ELVEHJEM, C. A. *J. Lab. clin. Med.*, **34**, 239, 1949.

[11] FRAZER, A. C. *J. Sci. Fd Agric.*, **2**, 1, 1951; *Chem. & Ind.*, **456**, 1952; *Proc. R. Soc. Med.*, 1952 (sous presse).

[12] CAMPBELL, P. N., WALL, T. S., et MELLANBY, E. *Biochem. J.*, **48**, 106, 1951.

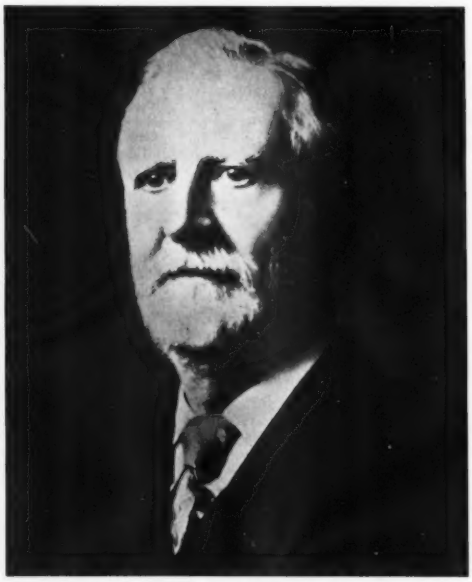
John William Mallet, 1832–1912

DESMOND REILLY

Esquisse de la carrière scientifique de ce chimiste irlandais. Il occupa divers postes aux Etats-Unis et y effectua des recherches importantes sur la chimie du coton et des explosifs. Ses travaux sur le poids atomique du lithium, de l'aluminium et de l'or sont des apports de valeur.

John William Mallet eut pour père Robert Mallet, un des ingénieurs les plus en vue de Dublin (Irlande) et membre de la Société Royale [1]. Il vint au monde le 10 octobre 1832 dans un faubourg nord de Dublin.

Après avoir reçu les rudiments de l'instruction, il fut envoyé, à l'âge de 9 ans, dans une école libre dirigée par J. P. Sargent, un ecclésiastique. Celui-ci, malgré sa préférence marquée pour les classiques, avait chargé un jeune homme du nom de Lover, frère de Samuel Lover, poète et romancier irlandais bien connu, de faire aux élèves des causeries hebdomadaires sur la Chimie et la Physique. Mallet, qui tenait sans doute de son père son fort penchant pour les sciences, garda un agréable souvenir de ces causeries agrémentées d'expériences.



Portrait de John Mallet (Université de Pennsylvanie, Collection Edgar Fahs Smith).

Le jeune Mallet avait, en outre, à sa disposition la bibliothèque bien fournie de son père où figuraient, entre autres, des œuvres de Black, Lavoisier, Fourcroy, Vauquelin, Davy, Henry et Thomson. Il rappela plus tard «que la lecture des *Annals of Philosophy* de Thomson presque en entier lui permit de concevoir l'idée que notre connaissance de la nature n'est pas un tout complet contenu dans les livres, mais qu'elle repose sur l'observation et les expériences et qu'elle croît constamment, se modifiant et se corrigeant sans cesse» [2].

A l'âge de 16 ans, Mallet suivit les cours de chimie du Docteur James Apjohn [3] au *Royal College of Surgeons* de Dublin. Celui-ci, remarquant à quel point le jeune homme s'intéressait aux sciences, l'autorisa à se servir de son laboratoire privé pour des travaux pratiques supplémentaires.

Mallet acquit ainsi une connaissance parfaite des méthodes d'analyse des minéraux. Au moment de son entrée au laboratoire d'Apjohn, Mallet aidait son père à mener à bien une série d'expériences compliquées sur la vitesse de transmission de l'explosion d'une charge de poudre à travers divers milieux.

Son père s'était embarqué alors dans un autre projet ambitieux: une liste complète des séismes enregistrés de toute ancienneté. Cela aboutit à un ouvrage de près de 600 pages imprimées, compilé entièrement par le jeune Mallet [4]. Son père se chargea seulement des commentaires sur les renseignements recueillis.

Dès son entrée à l'Université de Dublin (*Trinity College*) en 1849, Mallet continua à bénéficier de l'enseignement d'Apjohn qui avait à la même époque passé du *College of Surgeons* à la Faculté de Médecine de *Trinity College*. La même année, Mallet publia son premier mémoire scientifique [5]: il y était question de l'analyse chimique du «Killinite», minerai découvert en 1817 près de Killiney, dans le Comté de Dublin. La Killinite contient, d'après ce mémoire, 0,5% de lithium, constituant que les analyses précédentes n'avait pas signalé. La présence de lithium dans ce minerai a sans doute suggéré à Mallet l'idée de refaire, à quelques années de là, le calcul du poids atomique du lithium [6].

Au printemps de 1851, Mallet alla travailler à Gœttingue dans le laboratoire de Wöhler. Là il se lia tout particulièrement à deux américains, William S. Clark et N. S. Manross, qu'il revit plus tard tous deux aux Etats-Unis. Il revint à *Trinity College* pour suivre ses cours en hiver et au printemps. L'été suivant, il repartit pour Gœttingue, où la même année le diplôme de Docteur en Philosophie lui fut décerné, après soutenance d'une thèse sur l'examen au point de vue chimique de certains ornements celtes anciens [7, 8]. Le fait d'obtenir le doctorat de Gœttingue pendant qu'il était encore étudiant à Dublin témoigne de la qualité de sa formation scientifique. La thèse est d'ailleurs remarquable en tant que compte rendu de la première étude qui ait jamais été faite — à l'exception d'une brève note de Donovan parue trois ans auparavant — de la composition chimique de substances et d'objets irlandais préhistoriques, tels que pierres précieuses, ambre et jais, perles de verre, matières colorantes, etc. En fait, elle reste jusqu'à ce jour, la monographie la plus importante sur ce sujet.

Mallet ne décrit pas ses méthodes d'analyse, mais la précision de ses calculs en analyse quantitative et certains autres traits de son travail révèlent un soin méticuleux. Ses chiffres, quant aux proportions des principaux composants des substances analysées, sont probablement exacts; en tout cas, ils ne diffèrent pas de beaucoup de ceux qu'on obtiendrait par des méthodes modernes. Il ne s'est toutefois pas préoccupé de déceler ni de doser les constituants présents en quantités minimes. Du reste, les méthodes dont on disposait alors ne lui auraient pas permis d'obtenir des résultats comparables à ceux que donnent la spectrographie et autres méthodes actuelles.

De l'avis d'un savant de notre époque, qui se consacre à la chimie archéologique, Earle R. Caley de l'Université de l'Etat de Ohio [10], Mallet évalua très correctement l'importance chimique des résultats de ses analyses. La conclusion de son mémoire révèle sa modestie: «Voilà, écrit-il, le résultat que l'étude de ces objets anciens a donné jusqu'ici. On remarquera qu'il n'est pas du tout question de certaines pièces du Musée de l'Académie, et que la présente étude est loin d'avoir épuisé le sujet même en ce qui concerne les catégories examinées. Ayant conscience de mon incompétence, j'ai à peine effleuré la question des répercussions que pourraient avoir sur l'archéologie les résultats obtenus. Il se pourrait cependant que les analyses et les expériences décrites ci-dessus ne soient pas absolument dénuées d'intérêt».

A leur départ de Gœttingue, Mallet et ses amis Clark et Manross, que Wöhler avait munis de lettres d'introduction, visitèrent divers pays européens, et eurent l'occasion de rencontrer certains des savants les plus en vue de l'époque: Alexandre von Humboldt, Heinrich et Gustav Rose, et E. Mitscherlich, entre autres. Mallet rendit hommage par la suite aux brillantes qualités de Wöhler comme professeur et directeur de recherches; celui-ci, qui avait une grande sympathie pour le jeune Irlandais, resta en correspondance avec lui pendant longtemps.

En 1853, à l'épreuve du plus haut grade universitaire de *Trinity College*, il sortit premier, remportant la médaille d'or pour la Physique expérimentale. Il était déjà l'auteur de plusieurs mémoires originaux, à part ceux mentionnés ci-dessus. L'un d'eux décrit une «ruée vers l'or» qui se déroula sur une petite échelle dans le Comté de Wicklow en 1795 [11]. La plupart des autres traitent de la composition chimique d'échantillons géologiques provenant du pays ou de l'étranger [8].

C'est pour ainsi dire le hasard qui amena Mallet à s'établir aux Etats-Unis. En juillet 1853, son père l'y envoya pour étudier le moteur à air chaud qui était alors l'objet de vives controverses. Le moteur étant en panne lors de son arrivée, il se rendit chez W. S. Clark, son ami de Gœttingue, lequel était alors professeur de Chimie au Collège d'Amherst (Massachusetts).

Sur les instances de Clark, Mallet demeura à Amherst où l'année suivante il accepta la chaire de Chimie analytique [12]. Il abandonna bientôt ce poste pour prendre celui de chimiste attaché au service géologique de l'Etat d'Alabama, lequel avait son quartier général à Tuscaloosa. Ce fut le début de ses bonnes relations avec les Etats du Sud: elles devaient durer jusqu'à sa mort, après avoir été rendues plus étroites par son mariage, en 1857, avec Mary Elizabeth Ormond, fille aînée d'un juge de la Cour Suprême de l'Alabama, alors qu'il cumulait ses fonctions géologiques avec celles de professeur de Chimie de l'Université d'Alabama. Le voyage de noces se fit en Europe, surtout en Irlande, et leur premier enfant, John Ormond, naquit l'année qui suivit le retour du jeune couple à Tuscaloosa.

Mallet entreprit à cette époque une étude scientifique complète de la culture du cotonnier. Il réunit des échantillons de plants, de sols, de roches, provenant de trois continents. Pour les

sols il procéda à la détermination de leur densité, leur cohésion, leur capillarité et leur pouvoir d'absorption des gaz. Les tiges, les racines, les graines et les fibres furent analysées séparément [13].

Peu après, Mallet va occuper la chaire de Chimie de la Faculté de Médecine, récemment fondée, d'Alabama. Envoyé en Europe en 1860 pour choisir sur place des appareils, il se rend à Paris, Darmstadt et Londres, et passe en Irlande voir ses parents. A part de brefs séjours à l'étranger, le reste de son existence s'écoula aux Etats-Unis. Cependant il ne prit pas la nationalité américaine, ce qui en 1878 obligea le gouvernement américain à renoncer à l'envoyer à l'Exposition de Paris comme un de ses délégués officiels.

Quand éclate la Guerre de la Sécession au début de 1861, Mallet se trouve au cœur même des événements, car les Confédérés ont établi le siège de leur gouvernement à Montgomery, dans l'Alabama. Il s'enrôle immédiatement comme simple soldat dans l'armée des Sudistes vers lesquels vont ses sympathies; mais il ne tarde pas à passer lieutenant, et aide-de-camp du Général Robert E. Rodes qu'il a connu avant la guerre alors que celui-ci, en qualité d'ingénieur, travaillait à la construction de voies ferrées [14].

Après quelque temps la présence de Mallet aux armées arriva aux oreilles du Colonel (plus tard Général) Josiah Gorgas, qui commandait l'artillerie des Confédérés et qui avait besoin d'un officier ayant suffisamment de connaissances scientifiques pour diriger la fabrication d'armes portatives et de munitions d'artillerie. Gorgas reconnaissant que Mallet était l'homme qu'il lui fallait, réussit à l'amener à se faire muter dans l'artillerie avec le grade de capitaine en mai 1862 [15].

Mallet s'attache tout d'abord à mettre de l'ordre dans le chaos indescriptible que présente l'artillerie des Sudistes. Ici ses idées neuves, ses connaissances scientifiques, et son génie de l'organisation trouvent un champ propice. Il expérimente de nouveaux genres de poudres, d'obus et de fusées; projette la fabrication de capsules, d'amorces, d'acides minéraux et autres produits d'usage militaire. Malgré les multiples occupations de sa charge, il trouve le temps d'inventer un nouveau type d'obus renfermant une cavité polygonale et qui éclate en un nombre prévu de fragments. Il devance son époque en mettant au point un dispositif de calibrage des fusées d'obus pour déterminer le moment d'explosion. Il étudie également le problème de l'altération des poudres et découvre un produit capable de remplacer le fulminate de mercure dans les amorces [16].

Au moment où se termine la guerre, par la défaite des Sudistes, Mallet avait atteint le grade de lieutenant-colonel d'artillerie. Il passe alors quelques années à rechercher des gîtes pétrolifères en Louisiane et au Texas, puis accepte la chaire de Chimie de la Faculté de Médecine de l'Université de la Louisiane: il l'occupe trois ans et consacre beaucoup de temps à des études médicales. A son départ on lui confère une distinction inusitée: le doctorat honorifique en médecine.

De la Louisiane Mallet passe en Virginie, où il est appelé à la nouvelle chaire de Chimie industrielle, qui a été, croit-on, le premier cours régulier en cette matière à être créé aux Etats-Unis. Mallet garda ce dernier poste jusqu'à la fin de sa carrière, quelques brèves interruptions mises à part.

Il serait impossible de donner ici un aperçu, même très bref, de la diversité et de l'étendue des sujets traités dans ses mémoires dont il publia près d'une centaine [12], car il se hâta, dès la fin de la guerre, de reprendre ses travaux purement scientifiques.

Outre ses études en Chimie générale et appliquée, il découvre une méthode pour le dosage des matières organiques dans les eaux potables [17], et enrichit nos connaissances sur les météorites et sur certains minerais rares. Les travaux originaux de Mallet sur le poids atomique du lithium, de l'aluminium et de l'or constituent son principal mérite selon Richards, qui écrit: «Ses études publiées en 1880 [18] sur l'aluminium sont complètes et approfondies, et fournissent encore la base la plus valable pour le calcul du poids atomique de ce métal. . . . Ses recherches sur le lithium, parmi les premiers dans un domaine beaucoup exploré depuis en Amérique, datent de 1856 [19], mais elles sont supérieures à celles de Stas, fait remarquable que les plus récentes investigations ont mis en lumière» [20]. C'est parce qu'il s'intéressait à ce point à la question des poids atomiques, que Mallet fut chargé en 1892 de retracer la carrière de Stas à une séance de la *Chemical Society* [21].

Avec les années la réputation de Mallet comme savant grandissait; en 1877 et 1878 il est chargé d'un cours spécial à l'Université Johns Hopkins, et en 1882 on lui fait l'insigne honneur de l'élever à la présidence de la *American Chemical Society* qu'il a contribué à fonder six années auparavant: c'est là un hommage éclatant accordé à un étranger, qui de plus a participé à la Guerre Civile aux côtés des vaincus seulement dix-sept ans plus tôt.

Mallet est invité en 1882 à occuper le poste de doyen de la Faculté de Médecine de la nouvelle Université du Texas. L'état de son fils aîné, qui souffre de la tuberculose, étant alors très précaire, Mallet accepte d'aller au Texas, espérant que le changement de climat fera du bien à son fils. Mais les malheurs se succèdent: son fils meurt peu après son arrivée; son nouveau poste est une source de déceptions, car les bâtiments ne sont pas achevés et le rythme des inscriptions est très lent. Aussi Mallet démissionne et va prendre le poste de professeur de Chimie au Collège Médical Jefferson, à Philadelphie. Au cours du déplacement, tous ses meubles, ses livres et autres effets sont détruits dans l'incendie d'un garde-meubles quelques heures seulement avant que sa police d'assurance n'entre en vigueur. Quelques mois plus tard sa femme meurt; c'est le dernier coup.

Mallet retourne alors à son ancien poste en Virginie et y passe ses dernières années, ne s'absentant que pour un bref séjour en Europe avec sa fille Mary, en 1887. Après avoir obtenu sa mise à la retraite en 1908, il continue au moyen d'une subvention de la Fondation Carnegie à publier les résultats de ses travaux. En 1912 il se rend à New-York pour assister à une conférence internationale de chimistes, et le 7 novembre de la même année il meurt chez lui à Charlottesville, en Virginie.

Mallet était membre de vingt-deux sociétés scientifiques de divers pays, membre de la Société Royale en 1877 et vice-président de la *Chemical Society* de 1888 à 1890. En sa qualité de chimiste-conseil et d'analyste, son avis était fréquemment recherché au sujet d'échantillons de minerais, d'eaux et de produits manufacturés, et il était souvent appelé devant les tribunaux comme expert médico-légal.

L'image que ses étudiants américains ont gardée de lui est celle d'un homme grand, de belle prestance, d'aspect quelque peu sévère, se comportant toujours avec dignité et maîtrise de soi [16]. L'un d'eux écrit, à propos de ses cours: «C'étaient des modèles de précision et de logique; il ne se répétait jamais, n'hésitait jamais sur un mot ou une idée. Les démonstrations qu'il entreprenait se déroulaient sans une erreur ni un échec» [24].

BIBLIOGRAPHIE

[1] «Dictionary of National Biography», Vol. 35, p. 429.

[2] *Univ. Tex. Rec.*, **11**, 496, 1913.

[3] REILLY, D. «Three Centuries of Irish Chemists», p. 21. Cork University Press, Irlande. 1941.

[4] «On the Dynamics of Earthquakes», *Proc. R. Irish Acad.*, 1846; *Rep. Brit. Ass.*, 1852, 1853, 1854.

[5] MALLET, J. W. *J. geol. Soc. Dublin*, **4**, 1848–50.

[6] *Idem. Amer. J. Sci.*, **22**, 1856.

[7] Publié comme dissertation inaugurale à Gœttingue et aussi dans *Trans. R. Irish Acad.*, **22**, 313, 1855.

[8] REILLY, D. *J. chem. Educ.*, **25**, 634, 1948.

[9] DONOVAN, M. *Chem. Gaz.*, **8**, 176, 1850.

[10] CALEY, E. R. Communication personnelle en date du 19 juin, 1951.
Idem. J. chem. Educ., **28**, 65, 1951.

[11] MALLET, J. W. *J. geol. Soc. Dublin*, **4**, 142, 1848–50.

[12] ECHOLS, W. H. *Alumni Bull. Univ. Va*, **6**, 4, 1913; une liste partielle des mémoires de Mallet figure dans «American Contributions to Chemistry», par SILLIMAN, B. Philadelphie, 1874; reproduit dans *Amer. Chem.*, août–septembre et décembre 1874.

[13] VENABLE, F. P. «Dictionary of American Biography», Vol. 22, p. 223.

[14] VANDIVER, F. E. *Sthwest. Hist. Quart.*, **53**, 422, 1950.

[15] REILLY, D. *An Cosantoir* (Journal des Forces Irlandaises de Défense), Dublin, **11**, 555, 1942.

[16] EISENSCHIML, O. *Chem. Engng. News*, **29**, 110, 1951.

[17] MALLET, J. W. *U.S. Public Health Service, Ann. Reps.*, 1882, 1883; *Amer. chem J.*, 1882–3.

[18] *Idem. Phil. Trans.*, Partie 3, 1880.

[19] *Idem. Amer. J. Sci.*, **22**, 1856.

[20] RICHARDS, T. W. *J. chem. Soc.*, **1**, 750, 1913.

[21] MALLET, J. W. *Trans. chem. Soc.*, **63**, 1, 56, 1893.

[22] REILLY, D. «Three Centuries of Irish Chemists», p. 28. Cork University Press, Irlande. 1941.

[23] DUNNINGTON, F. P. *Amer. chem. J.*, **1**, 69, 1913.

[24] *Idem. J. chem. Educ.*, **5**, 183, 1928.

Revue des livres

BIOLOGIE

VON BERTALANFFY, LUDWIG. *Problems of Life: an Evaluation of Modern Biological Thought.* Pp. 216. Watts and Company, Londres. 1952. 25s.

La nécessité d'obtenir une vue d'ensemble de la nature et de nos connaissances par la biologie est évidente. Les écoles opposées du vitalisme et du mécanisme, toutefois, n'ont pas apporté grand'chose par le passé et ont atteint un point mort. De nombreux biologistes penseurs, tels que J. S. Haldane, J. H. Woodger, J. Needham et E. S. Russell ont essayé de donner à l'organisme la place qui lui revient dans la nature, peut-être à mi-chemin entre ses positions primitives.

L'auteur est, selon lui, à l'origine de ce mouvement qui débuta voici vingt ans. La conception de la vie qu'il représente est basée sur la physiologie, ce chaînon qui relie la matière inerte au monde supérieur de l'esprit. C'est, paraît-il, «la synthèse» des deux anciens systèmes. Comment réalise-t-il à vrai dire la synthèse du principe de divergence après l'origine (mécanisme) et de celui de convergence vers un but certain (vitalisme), il ne nous le dit pas, éludant la question d'un grand geste ou d'un petit paradoxe, de citations de son dernier livre ou de celui à paraître.

Von Bertalanffy décrit peut-être clairement le fonctionnement de la vie de l'individu. Les échelles hiérarchiques de Woodger sont toujours un agréable exercice scolastique. Mais quand nous nous retrouvons dans la réalité, nous ne sommes pas plus avancés. Nous voyons l'individu sain en vie. Mais pourquoi en est-il ainsi ? Quels sont ses rapports avec les autres individus ? Quelle est leur origine ? Pourquoi certains réussissent-ils et d'autres échouent ?

Ces grandes questions sont primordiales quand on veut relier la vie au reste de la nature. Elles sont, toutefois, du domaine de la génétique et non de la physiologie et, pour cette raison sans doute, la partie moyenne du livre traite de génétique. L'auteur a certainement beaucoup lu sur la question — mais il y a longtemps et il a souvent mal compris, probablement à cause de son point de vue formaliste. Les lois et même les théories sont pour lui des corps solides qui se trouvent parfois dans les organismes et se reproduisent. Il nous explique la *troisième* loi de Mendel (p. 72) et nous démontre en une page que «toutes les lois de la nature sont d'une nature statistique» (p. 172) et ailleurs que «l'évolution est le produit du hasard et donc n'obéit à aucune loi» (p. 92).

Le livre est plus décevant qu'aucun de ses devanciers produits par la même école; c'est parce qu'en vingt ans la biologie a fait du chemin, balayant ce qui aurait constitué les fondements de l'ouvrage et von Bertalanffy ne s'en est pas aperçu. C. D. DARLINGTON

CHIMIE

BALSTON, J. N. et TALBOT, B. E., publié par TUDOR S. G. JONES. *A Guide to Filter Paper and Cellulose Powder Chromatography.* Pp. 145, avec plusieurs illustrations en demi-teintes. H. Reeve Angel and Company Limited, Londres; W. and R. Balston Limited, Maidstone. 1952. 8s.

BLOCK, R. J., LESTRANGE, R. et ZWEIG, G. *Paper Chromatography; a Laboratory Manual.* Pp. x + 195, avec deux planches en couleurs et plusieurs illustrations en demi-teintes et figures. Academic Press Inc., New York; Academic Books Limited, Londres. 1952. 36s.

On peut réunir ici ces deux volumes car ils traitent du même sujet et s'adressent au même genre de lecteur: le chimiste voulant savoir dans quelle mesure et comment la chromatographie s'applique à son propre travail pratique.

Il y a naturellement beaucoup de points communs, les deux livres s'occupant des procédés pratiques de séparation sur papier des diverses catégories de corps chimiques, organiques et minéraux. Chacun donne suffisamment de détails pratiques pour encourager immédiatement les expérimentateurs et de notes bibliographiques pour un travail plus poussé. Mais tandis que tous deux ont leurs défauts, celui de Balston, Talbot et Jones a l'avantage d'être mieux écrit, plus érudit et de portée plus vaste. Sa bibliographie est plus importante et la présentation et l'impression, sauf la reliure, sont meilleures.

On remarque chez les deux volumes le peu d'intérêt porté aux travaux antérieurs à 1934. Block, LeStrange et Zweig notent avec exactitude que la popularité actuelle de la chromatographie sur papier date de la brillante application de Martin et de ses collègues, mais est-ce une raison pour ignorer comme on le fait leurs prédécesseurs ? Leur étude récompense bien la peine donnée. De même, il y a une certaine faiblesse au point de vue théorique de part et d'autre, chose regrettable même dans un ouvrage pratique.

Le volume américain serait, soi-disant, le premier paru. C'est une erreur, peut-être due à la lenteur de la presse, mais qui n'excuse pas l'injustice faite à Friedrich Cramer. Ses travaux importants sur la question ne sont même pas cités, alors que la littérature mentionnée est supposée s'arrêter au plus tôt au 1 janvier 1952. Son livre parut fin 1951, réimprimé de l'allemand *Angewandte Chemie.*

L'ouvrage britannique compte plusieurs aspects, absents du livre américain ou qui y sont très superficiellement traités. Par exemple, l'équivalent chez ce dernier de la section suivie d'une bibliographie de dix-neuf articles sur le procédé très important des traceurs radioactifs est une simple phrase déclarant l'avenir des nombreuses applications de cette méthode assuré. On trouve aussi, chez Balston et Talbot, une étude détaillée des divers types de papier-filtres et de leur nature, qui est naturellement d'importance primordiale dans ce genre d'analyse. La question étroitement liée de la séparation sur la poudre de cellulose est également traitée. Quand on ajoute ces avantages et ceux nommés ci-dessus au fait que le livre britannique coûte huit shillings au lieu de trente-six, on ne peut avoir d'hésitation. TREVOR I. WILLIAMS

ELDERFIELD, ROBERT C., publié par. *Heterocyclic Compounds.* Volumes III et IV. Pp. 442 et 674. John Wiley and Sons Inc., New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 96s. et 136s.

Ces deux volumes traitent de quelques composés hétérocycliques nitrogénés des plus importants. Le premier s'occupe surtout des indols et corps apparentés (P. L. Julian, E. W. Meyer et H. C. Printy) mais consacre aussi quelques pages à l'*iso*indol (R. C. Elderfield et T. N. Dodd), au carbazol (W. Freudenberg), à la pyrindine, quinindine et composés apparentés (R. C. Elderfield et E. T. Losin) ainsi qu'aux systèmes cycliques doubles ayant un atome d'azote commun aux deux chaînes (H. R. Ing). Plus de la moitié du volume IV est occupée par une étude de 343 pages de la quinoléïne (R. C. Elderfield), le reste traitant

de l'*iso*quinoléïne (W. J. Gensler), des acridines (A. Albert), de la phénanthridine (L. P. Walls) et des benzoquinoléïnes (L. P. Walls). Ces noms sont une garantie de la valeur et de la précision des articles qui ont dû absorber un temps précieux à des hommes déjà si lourdement chargés. Leurs efforts ont été fructueux, car chaque étude est complète sans épuiser le sujet, générale et pourtant détaillée. Le danger d'incohérence et de morcelage inhérent aux livres de ce genre a été évité par une disposition habile et effective et le texte résultant se lit sans effort.

Comme dans la plupart des manuels d'outre-Atlantique, l'impression et les formules sont excellentes. Félicitons les éditeurs d'avoir réservé l'emploi des petits caractères aux notes seulement, ce qui rend la lecture encore plus facile et agréable. Les livres auront une valeur incalculable pour les chercheurs, professeurs et étudiants et compléteront utilement toute bibliothèque de chimie.

NEIL CAMPBELL

GUÉRIN, HENRI. *Traité de Manipulation et d'Analyse des Gaz*, avec préface de P. LEBEAU. Pp. 635, avec 310 figures. Masson et Cie, Paris. 1952. Cartonné: 5100 francs.

Ce traité très intéressant commence par une courte histoire des méthodes gazométriques, avec une bibliographie générale. Il est divisé en quatre parties d'importance à peu près égale: La première traite des manipulations des gaz (préparation, conservation, mesure des volumes, etc.). La seconde expose les méthodes générales d'analyse des gaz, par combustion, par séparation physique, par détermination des constantes des mélanges, etc. Dans la troisième sont passés en revue les différents gaz, depuis l'hydrogène jusqu'aux radicaux libres. La quatrième enfin expose quelques applications à l'analyse des produits de combustion et de gazéification des solides, à l'industrie du pétrole, à la métallurgie, etc. L'ouvrage se termine par des tables alphabétiques d'auteurs et de substances, et sa présentation matérielle est parfaite de clarté et d'élégance.

Le Prof. Guérin a réalisé une œuvre méritoire, en mettant à la disposition des chercheurs un exposé aussi clair et aussi complet de techniques d'une grande importance pratique, mais sur lesquelles on ne possédait pas d'ouvrage d'ensemble de publication récente, surtout en français. Son traité met en lumière une fois de plus, qualités de l'esprit systématique et critique des savants français, et il nous semble parfaitement adéquat au but poursuivi par l'auteur.

JEAN TIMMERMANS

SILLÉN, L. G., LANGE, P. W. et GABRIELSON, C. O. *Problems in Physical Chemistry*. Pp. XI + 370. Prentice-Hall Inc., New York. 1952. $6,65.

Tous les professeurs de chimie physique connaissent la nécessité de résoudre des exemples numériques demandant l'application des lois et équations fondamentales pour dominer le sujet. Ce livre n'est pas le premier de son espèce, mais la question s'étend continuellement et il faut des livres nouveaux de temps en temps. Celui-ci, très à la page, comprend tous les progrès récents et traite de thermodynamique (du point de vue américain), des équilibres, des forces électromotrices, de la solubilité, des procédés redox et des équilibres acide-base (où les théories nouvelles sont très bien exposées), du transport de l'électricité, des vitesses de réaction, de l'adsorption et d'un ou deux aspects de photochimie. On remarque l'absence de plusieurs aspects importants du sujet et la prédominance constante de la thermodynamique. Chaque section est précédée d'un bref exposé théorique et les problèmes, bien choisis, sont résolus par des méthodes ingénieuses et appropriées. Le livre fera une addition utile et bienvenue à la littérature de chimie physique.

J. R. PARTINGTON

WITTCOFF, HAROLD. *The Phosphatides*. Pp. 564. Reinhold Publishing Corporation, New York. 1951. 80s.

Ce riche volume, dernière addition à la série de monographies de l'*American Chemical Society*, mérite un accueil chaleureux pour attirer l'attention sur ce groupe plutôt délaissé. Les phosphatides sont des lipides dont les dérivés contiennent un résidu d'acide phosphorique. Un coup d'œil seulement montre comme elles sont répandues dans tous les organismes vivants; en fait, elles sont à peine moins universelles que les protéines elles-mêmes, bien que leur rôle soit à peu près inconnu. Il est certain que le nombre de phosphatides simples connues est assez limité et que leurs structures macromoléculaires font penser à des agrégats colloïdaux de composition assez indéterminée, et pourtant leur présence si répandue dans les cellules vivantes ne peut être accidentelle. On sait que les tissus nerveux et cérébraux contiennent de la lécithine, mais on a encore fait très peu pour isoler ces corps sous leur forme naturelle approchée. Le livre de Wittcoff est une mine d'information sur tous les aspects du sujet. Chaque page contient des problèmes qu'il vaudrait la peine de sonder. Chimistes et biochimistes s'y intéresseront également et il sera aussi indispensable aux nombreuses industries alimentaires car la plupart des difficultés de l'emmagasinage et de la conservation des denrées sont liées à cette question. La disposition et la présentation sont bien du niveau de la série.

J. A. V. BUTLER

HISTOIRE DE LA SCIENCE

FRIEND, J. NEWTON. *Man and the Chemical Elements*. Pp. 354. Charles Griffin and Company, Londres. 1951. 27s. 6d.

On est sûr de deux choses à propos de ce livre: l'auteur a pris plaisir à l'écrire et nous prenons plaisir à le lire. L'œuvre s'occupe en gros des circonstances de la découverte des éléments chimiques et le texte fourmille d'anecdotes accumulées par l'auteur pendant une existence d'étude de la littérature chimique ancienne et moderne. Les propriétés et usages des éléments cités figurent lorsqu'ils sont d'intérêt général et la période traitée s'étend de l'Age de Pierre à nos jours.

Ce sera un livre de chevet parfait pour le chimiste, mais un ouvrage de cette sorte n'est pas fait pour être sondé trop minutieusement. Les étymologies ne sont pas toujours classiques et certains points de chimie sont discutables. Mais souligner ces faiblesses serait de la basse ingratitude envers un auteur qui a consacré tant de labeur à un livre écrit pour notre plaisir.

E. J. HOLMYARD

SCOTT, J. F. *The Scientific Work of René Descartes* (1596–1650). Pp. VIII + 212. Taylor and Francis Limited, Londres. 1952. 20s.

Cette œuvre érudite rendra grand service aux étudiants de l'histoire scientifique du XVIIe siècle car, après une brève revue de la jeunesse de Descartes et de ses travaux, elle expose et analyse en détail «Le Discours de la Méthode», «La Dioptrique», «Les Météores», «La Géométrie» et les *Principia Philosophiae*. On croit souvent que l'apport de Descartes à la science fut sans grande valeur mais c'est lui qui introduisit l'éther en science en postulant qu'il avait des propriétés mécaniques.

La récente théorie de Dirac prouve que l'on n'a pas encore épuisé toutes ses possibilités. Quant aux mathématiques, un mathématicien américain distingué a récemment proposé que les écoles secondaires abandonnent complètement la géométrie pure pour enseigner les propriétés de l'espace depuis le début selon le système cartésien.

E. T. WHITTAKER

SHERWOOD TAYLOR, F. *The Alchemists*. Pp. 246, avec de nombreuses planches et figures. W. Heinemann Limited, Londres. 1951. 12s. 6d.

Cette reproduction d'une édition américaine par le procédé Replika offre la meilleure étude qui soit des alchimistes et de leur science. Elle débute par la recherche de son origine reculée dans certains discours d'Aristote et l'art pratique des artisans égyptiens. De longs extraits de Zosime citent ses intéressantes «visions», qui ont récemment retenu l'attention des psychologues. Cette section a autorité et grande valeur. Le symbolisme alchimique est une question difficile, mais l'auteur fait de son mieux pour la rendre intelligible. Il analyse certains comptes rendus détaillés de transmutations décrites par des alchimistes réputés et en montre l'irréalité, puis esquisse la période de transition entre l'alchimie et la chimie comme elle apparaît dans les œuvres techniques et les écrits de Paracelse, mais on s'étonne que l'importance de van Helmont n'ait pas été ici soulignée. L'alchimie fut dès le début une étude très diverse, comprenant ce qu'on appelait la philosophie hermétique dont Francis Bacon, entre autres écrivains, réalisa la valeur.

J. R. PARTINGTON

PHYSIQUE

Annual Review of Nuclear Science, Vol. I. Pp. x + 645. Annual Reviews Inc., Stanford, Cal., en collaboration avec le National Research Council of the National Academy of Science. 1952. $6.

Les travaux de recherche nucléaire se sont intensifiés ces six dernières années et le volume des publications a été encore accru par la divulgation de documents restés nécessairement secrets pendant la guerre. La physique nucléaire a aussi reçu depuis un soutien financier exceptionnel aux E.U. et dans d'autres pays, ce qui a non seulement stimulé les recherches mais élargi son champ d'action.

Cette Revue Annuelle de la Science Nucléaire est le premier volume d'une nouvelle série publiée sous les auspices du comité de physique nucléaire du *National Research Council* américain, bien que sa publication et celle des volumes à venir ait été prise en charge par Annual Reviews Inc., de Stanford, Californie, qui font paraître régulièrement de semblables volumes sur d'autres terrains scientifiques.

Ce volume comprend vingt-six articles faisant autorité sur une grande variété de problèmes de physique nucléaire tels que le méson, les accélérateurs à forte énergie (cinq articles), les traceurs isotopiques en chimie et biochimie, la géochimie et l'effet des radiations. Les volumes suivants contiendront des articles sur d'autres aspects du sujet. Ici, les travaux traités datent de 1950, mais chaque article essaie aussi de renseigner suffisamment pour permettre une appréciation critique des progrès réalisés cette année-là.

Une liste de références termine chaque article et un index général contenant les noms de quelque 3000 auteurs conclut l'ouvrage. Les références se rapportent pour la plupart à des textes américains et les articles varient de style entre le simple catalogue de travaux parus et l'essai critique. La présentation est bonne et sans erreurs. Avec ses successeurs, le livre offrira un résumé utile, bien qu'incomplet, du développement de la physique nucléaire.

M. W. PERRIN

MASSEY, H. S. W. et BURHOP, E. H. S. *Electronic and Ionic Impact Phenomena*. Pp. XVIII + 654. Oxford University Press, Londres. 1952. 70s.

Ce livre sera extrêmement utile à beaucoup car il complète l'étude bien connue de Massey et Mott sur la théorie des collisions atomiques. En effet, les théories nécessaires ne sont ici qu'esquissées et le lecteur est renvoyé au premier volume pour les détails. La première moitié de l'ouvrage s'occupe de l'interaction des électrons avec la matière; puis, après une revue étendue de la dispersion des électrons par les gaz, les auteurs étudient les collisions électroniques avec des molécules et des surfaces et avec émission de rayons. La seconde moitié du livre traite des collisions atomiques: dans des conditions de la cinétique des gaz, dans le cas d'ions positifs et d'atomes neutres avec des surfaces et de recombinaison.

L'ouvrage a donc une portée fondamentale étendue. Un tri a été opéré dans une masse énorme de témoignages expérimentaux et les résultats sont clairement présentés. La série de tableaux qui condensent les résultats tout au long du livre est un trait de valeur. Dans les chapitres de la fin, sur les collisions ioniques, on note le manque d'accord entre les expérimentateurs qui auraient dû faire meilleur usage des procédés découverts depuis la guerre pour clarifier certains points déjà connus avant 1940. Dans le choix des questions on remarque l'absence de sujets importants, tels que l'ionisation par des particules nucléaires rapides. D'autre part, un certain nombre d'à-côtés intéressants sont effleurés, comme la limite de résolution du microscope électronique, l'action de la surface cathodique avec l'ion positif dans le compteur Geiger, etc.

W. D. ALLEN

MØLLER, C. *The Theory of Relativity*. Pp. XII + 386. Clarendon Press, Oxford. 1952. 35s.

Ce traité de valeur sur la Relativité Spéciale et Générale omet les théories unifiées de la gravité et de l'électromagnétisme et effleure seulement la cosmologie. Le seul défaut sérieux est la faiblesse, et même l'inexactitude, de l'aspect historique. Deux exemples frappants: la contraction de FitzGerald, précurseur le plus éminent de la relativité, est attribuée à Lorentz (1892) et à FitzGerald (1893). Or FitzGerald la publia en 1892, cinq mois avant Lorentz. Le compte rendu de la découverte de la relativité spéciale est encore plus erroné. Einstein, dit le Professeur Møller, fut le premier à formuler ce nouveau point de vue. En réalité, Poincaré l'avait proposé dès 1904 sous sa forme définitive et Einstein en 1905 ne fit que l'emprunter. «Le principe de la relativité, disait-il, d'après lequel les lois des phénomènes physiques doivent être les mêmes, soit pour un observateur fixe, soit pour un observateur entraîné dans un mouvement de translation uniforme, de sorte que nous n'avons et ne pouvons avoir aucun moyen de discerner si nous sommes, oui ou non, emportés dans un pareil mouvement», requiert «une mécanique entièrement nouvelle, qui serait surtout caractérisée par ce fait qu'aucune vitesse ne pourrait dépasser celle de la lumière». Les mathématiques nécessaires avaient été découvertes par Lorentz en 1903, mais il n'avait pas vu aussi clairement le nouveau principe de physique.

E. T. WHITTAKER

Livres reçus

(*Note.* La mention à cette page n'exclut pas la possibilité de revue ultérieure.)

BIOLOGIE

HARDIN, GARRETT. *Biology, its Human Applications* (seconde édition). Pp. 720, avec de nombreuses illustrations en demi-teintes et figures. W. H. Freeman and Company, San Francisco, Californie; Bailey Bros. and Swinfen Limited, Londres. 1952. 42s. 6d.

SRB, ADRIAN M. et OWEN, RAY D. *General Genetics*. Pp. 561, avec plusieurs figures et illustrations en demi-teintes. W. H. Freeman and Company Limited, San Francisco, Californie; Bailey Bros. and Swinfen Limited, Londres. 1952. 47s.

WADDINGTON, C. H. *The Epigenetics of Birds*. Pp. 272 et de nombreuses figures. Cambridge University Press, Londres. 1952. 35s.

BOTANIQUE

PRESTON, R. D. *The Molecular Architecture of Plant Cell Walls*. Pp. 211, avec plusieurs illustrations en demi-teintes et figures. Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 36s.

REGEL, C. et TOBLER, FR., publié sous la direction de. *Materiae Vegetabiles*. Vol. I, N° 1. Pp. 128. Dr. W. Junk, La Haye. 1952. 4 numéros par an: 40 florins.

ULRICH, R. *La Vie des Fruits*. Pp. 365, avec plusieurs figures et illustrations en demi-teintes. Masson et Cie, Paris. 1952. 2000 fr.

WARDLAW, C. W. *Morphogenesis in Plants*. Pp. 176 et diverses illustrations linéaires. Methuen and Company Limited, Londres. 1952. 10s. 6d.

CHIMIE

EMELÉUS, H. J. et ANDERSON, J. S. *Modern Aspects of Inorganic Chemistry*. Pp. 557 et plusieurs diagrammes linéaires. Routledge and Kegan Paul Limited, Londres. 1952. 35s.

HARKINS, W. D. *The Physical Chemistry of Surface Films*. Pp. 413, avec de nombreux graphiques explicatifs. Reinhold Publishing Corporation, New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 80s.

Rédacteurs de *Industrial and Engineering Chemistry*. *Modern Chemical Processes*, Vol. II. Pp. 299, avec de nombreux diagrammes linéaires et en demi-teintes. Reinhold Publishing Corporation, New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 40s.

TERROINE, ÉMILE F. *La Synthèse Protéique*. Pp. 539. Centre National de la Recherche Scientifique, Paris. 1952. 3200 fr.

TURNER, E. E. et HARRIS, MARGARET M. *Organic Chemistry*. Pp. 904. Longmans, Green and Company Limited, Londres. 1952. 50s.

GÉOLOGIE

SHAND, S. J. *Rocks for Chemists*. Pp. 146 et 32 planches en demi-teintes. Thomas Murby and Company, Londres. 1952. 21s.

INDUSTRIE

MEETHAM, A. R. *Atmospheric Pollution: Its Origin and Prevention*. Pp. 268, avec de nombreuses figures et illustrations en demi-teintes. Pergamon Press Limited, Londres. 1952. 35s.

MÉDECINE

SELYE, HANS. *The Story of the Adaptation Syndrome*. Pp. 225 et plusieurs diagrammes linéaires. Acta Incorporated, Montréal. 1952. $4,50.

MÉTALLURGIE

HUME-ROTHERY, W., CHRISTIAN, J. W. et PEARSON, W. B. *Metallurgical Equilibrium Diagrams*. Pp. 311, avec de nombreuses figures et illustrations en demi-teintes. The Institute of Physics, Londres. 1952. 50s.

PHYSIQUE

BÖTTCHER, C. J. F. *Theory of Electric Polarization*. Pp. 492. Elsevier Publishing Company, Amsterdam; Cleaver-Hume Press Limited, Londres. 1952. 70s.

BOWDEN, F. P. et YOFFE, A. D. *The Initiation and Growth of Explosions in Liquids and Solids*. Pp. 104, avec de nombreuses figures et illustrations en demi-teintes. Cambridge University Press, Londres. 1952. 22s. 6d.

HEISENBERG, WERNER. *Philosophical Problems of Nuclear Science*. Huit conférences traduites par F. C. Hayes. Pp. 126. Faber and Faber Limited, Londres. 1952. 16s.

KOURGANOFF, V. *Basic Methods in Transfer Problems*. Pp. 281. Oxford University Press, Londres. 1952. 35s.

LIBBY, WILLARD F. *Radiocarbon Dating*. Pp. 124, avec des diagrammes linéaires et en demi-teintes. The University of Chicago Press, Chicago; Cambridge University Press, Londres. 1952. 26s.

REIMANN, ARNOLD L. *Vacuum Technique*. Pp. 449, avec plusieurs figures et illustrations en demi-teintes. Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 50s.

SHOCKLEY, W., HOLLOMON, J. H., MAURER, R. et SEITZ, F. publié par. *Imperfections in Nearly Perfect Crystals*. Pp. 490, avec de nombreuses figures et illustrations en demi-teintes. John Wiley and Sons Inc., New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 60s.

TAYLOR, J. *Detonation in Condensed Explosives*. Pp. 196, avec plusieurs figures et illustrations en demi-teintes. Oxford University Press, Londres. 1952. 25s.

SCIENCE GÉNÉRALE

BATE-SMITH, E. C. et MORRIS, T. N. publié par. *Food Science, a Symposium on Quality and Preservation of Foods*. Pp. 319, avec des illustrations linéaires et en demi-teintes. Cambridge University Press, Londres. 1952. 40s.

Food and Population and Development of Food Industries in India. Pp. 357. Central Food Technological Research Institute, Mysore. 1952. 10s.

HALD, A. *Statistical Tables and Formulas*. Pp. 97. John Wiley and Sons Inc., New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 20s.

HALD, A. *Statistical Theory with Engineering Applications*. Pp. 783. John Wiley and Sons Inc., New York; Chapman and Hall Limited, Londres. 1952. 72s.

HALL, A. R. *Ballistics in the Seventeenth Century*. Pp. 186. Cambridge University Press, Londres. 1952. 21s.

JUDD, D. B. *Color in Business, Science, and Industry*. Pp. 401, avec de nombreux graphiques et diagrammes. Chapman and Hall Limited, Londres; John Wiley and Sons Inc., New York. 1952. 52s.

LINSSEN, E. F. *Stereo Photography in Practice*. Pp. 326, avec de nombreux diagrammes linéaires. The Fountain Press, Londres. 1952. 42s.

ZOOLOGIE

GRASSÉ, PIERRE-P., publié sous la direction de. *Traité de Zoologie. Anatomie, Systématique, Biologie*. Volume I—Phylogénie, Protozoaires: Généralités, Flagellés. Pp. 1071, avec de nombreuses figures et illustrations en demi-teintes. Masson et Cie, Paris. 1952. Broché 9000 fr., cartonné 9600 fr.

Notes biographiques sur les collaborateurs

F. A. PANETH

Né à Vienne en 1887. Etudia aux Universités de Vienne, Munich et Glasgow. Fut successivement maître de conférences à l'Université de Vienne, professeur de chimie minérale et analytique à l'Institut allemand de technologie de Prague et aux Universités de Hambourg et de Berlin, directeur des laboratoires chimiques de l'Université de Kœnigsberg et chargé de cours de chimie atomique à l'Université de Londres. Dirige actuellement la section de chimie et le Laboratoire Londonderry de radiochimie à l'Université de Durham. Fut chef de la division de chimie de l'équipe anglo-canadienne d'énergie atomique à Montréal. Est membre honoraire étranger de l'Académie américaine des Arts et des Sciences, correspondant de l'Académie autrichienne des Sciences et président de la Commission de la Radioactivité du Conseil International des Unions Scientifiques. Reçut la médaille Lavoisier de la Société Chimique de France. Livres parus: *Radioelements as Indicators* (New York, 1928); *Manual of Radioactivity* (en collaboration avec G. Hevesy); 2ème édition, Oxford, 1938; *The Origin of Meteorites* (Conférence Halley, Oxford, 1940).

L. HARRISON MATTHEWS

Naquit à Bristol en 1901 et fit ses études à *King's College*, Cambridge. Il passa quatre ans avec l'expédition du *Discovery* et a beaucoup voyagé en Europe, Amérique du Sud et Afrique, étudiant la morphologie et la physiologie des mammifères. Il fit partie pendant quelques années du Conseil administratif de la Société Zoologique de Londres et de celle de Bristol ainsi que de la *Marine Biological Association* à Plymouth. Depuis 1951 il est Directeur de la Société Zoologique de Londres.

N. K. ADAM

Est professeur de chimie à l'Université de Southampton. Il fit ses études à Cambridge. De 1921 à 1929 il occupa un poste de recherches à l'Université de Sheffield et de 1930 à 1936 travailla pour le compte des Imperial Chemical Industries Limited.

D. G. STEVENSON

Etudia au Collège Universitaire de Southampton. Il fit des recherches de 1949 à 1952 sous les auspices de l'association des Blanchisseurs de Grande-Bretagne. Il reçut son doctorat à l'Université de Londres en 1952.

R. BUVAT,

Agrégé de l'université, Docteur-ès-sciences

Est maître de conférences de biologie végétale à la Faculté des Sciences de Paris, et professeur à l'École normale supérieure. Né en 1914, il fut successivement élève, puis «agrégé préparateur», dans cette école. Après quelques annés passées comme assistant à la Faculté des Sciences de Paris il y devint maître de conférences et fut chargé du service de botanique à l'Ecole normale. A coté de l'enseignement, il poursuit depuis 1936 des recherches de cytologie végétale, interrompues de 1938 à 1941 par la préparation de l'agrégation, puis par la guerre. Elève du professeur A. Guilliermond, il s'est consacré particulièrement à l'étude évolutive du cytoplasme, du chondriome, et de leurs inclusions. Il étudia longuement la dédifférenciation cellulaire, puis le comportement et les effets de l'eau dans les cellules végétales vivantes, et fut amené récemment à des recherches sur le fonctionnement des points végétatifs.

M. STACEY

Né en 1907. Etudia aux Universités de Birmingham, Londres et à Columbia. Est professeur de chimie à l'Université de Birmingham depuis 1946; vice-président de la *Chemical Society*.

A. C. FRAZER

Né à Londres en 1909. Etudia à l'Université de Londres. Enseigna à l'école médicale de *St. Mary's Hospital* dès 1932 et à l'Université de Birmingham où il est professeur de pharmacologie et pharmacologue conseil des Hôpitaux Unis de Birmingham depuis 1942. Ses recherches ont porté surtout sur le métabolisme des graisses. Il est membre de plusieurs commissions de recherche sur des questions médicales et alimentaires.

DESMOND REILLY

Né en 1919, étudia à l'Université Nationale d'Irlande. Là, il fit des recherches sur la microbiologie des moisissures et les désinfectants de goudron de tourbe. Pendant la seconde guerre mondiale il fit partie du groupe de recherches et de production de l'Artillerie Irlandaise et s'occupa de la production des chlorates. Par la suite, il passa un an à l'Université de Notre Dame, Indiana, Etats-Unis, poursuivant ses travaux sur les moisissures. Il occupa un poste similaire à *Creighton University* dans le Nebraska et en 1947 devint chimiste principal de recherches pour le compte d'une grande compagnie canadienne. Il a fait paraître *Three Centuries of Irish Chemists* et *Sir Robert Kane* chez Cork University Press.